28. B. 13

1896

Betrachtungen
Ueber das
Menschliche Auge
Zur Bewunderung
Der grossen Werke Gottes
Und zur
Erweiterung der Erkenntniß
Derer

Die keine Meßkunstverständige
Und Naturkundige sind

Von

J. F. Häseler,

Prediger an der Johanneskirche in Wolfenbüttel.

Psalm 94, v. 9.

Der das Auge gemacht hat, solte der nicht sehen?

Hamburg, 1771.

bey J. J. C. Bode.

1403

C. W. E. Putsche
Const. mates: 12 gg
Lg: 3 "
Sum 15 gg
1802.

An

Ihro Königliche Hoheit,

Der Durchlauchtigsten

Fürstin und Frau,

Frau

Philippine Charlotte,

Regierende Herzogin von Braunschweig und Lüneburg ꝛc.

Gebohrne

Königliche Prinzessin von Preussen

Meine gnädigste Herzogin

und Frau

Durchlauchtigste Herzogin!

Gnädigste Herzogin und Frau!

Die Gnade welche Ew. Königl. Hoheit denen schenken, die sich den Wissenschaften widmen, lässet mich hoffen, daß Höchstdieselben auch mir die Kühnheit gnädigst verzeihen werden, daß ich diese kleine Schrift Ihnen unterthänigst und ehrerbietigst widme. Ich habe in derselben Betrachtungen über eines der bewundernswürdigen Werke Gottes, über das Auge des Menschen, angestellet. Ich habe mich bemühet, die Erkenntnis davon allgemeiner zu machen, und meine Leser dadurch zur Ehrerbietung, und Liebe gegen Gott zu bewegen. Gott aus seinen Werken kennen zu lernen, ist die würdigste Beschäftigung eines denkenden Wesens, daß zu einer ewigen Fortdauer erschaffen ist. Es ist allezeit eine erhabne Beschäftigung für Ew. Kön. Hoheit

gewesen, und sie mußte es für eine Person seyn, die zwar durch ihre Geburt zur Fürstin ward, aber es auch durch ihren Verstand und durch ihr Herz zu seyn verdiente.

Gott segne Ew. Königl. Hoheit! Er lasse Sie in dem Genuß der dauerhaftesten Gesundheit, und der glücklichsten Zufriedenheit, das höheste Ziel des menschlichen Lebens erreichen, und dereinst Lebens satt, die irdischen Hoheiten mit den ewigen verwechseln. Dieses, Gnädigste Frau! sind die aufrichtigen Wünsche von Dero getreuesten Unterthanen. Ich bitte Gott eifrigst um die Erfüllung derselben.

Ich bin, so lange ich lebe, mit der tiefsten Ehrfurcht und Unterthänigkeit

Ewr. Königl. Hoheit,
Meiner gnädigsten Herzogin
und Frau!

unterthänigster Knecht,
Johann Friedrich Häseler.

Vorrede.

Die Gelegenheit zu diesen Betrachtungen, hat ein künstliches Auge gegeben, nach welchem ich zuweilen meinen Freunden den Bau des menschlichen Auges erkläret habe. Ich halte es für die Pflicht eines geistlichen Lehrers, sich zu bemühen, seine Zuhörer und Freunde, Gott so wohl aus der Natur, als aus der Schrift kennen zu lehren. Dieses sind die beiden wichtigen Bücher, worinnen wir die erhabenen und liebenswürdigen Eigenschaften Gottes so vortreflich geschildert finden: Eigenschaften, die uns zur größten Gegenliebe bewegen müssen, weil sie Gott beständig zu unserm Glücke gebrauchet hat. Ich habe die Betrachtungen, die ich über das menschliche Auge gemacht habe in dieser kleinen Schrift gesamlet. Ich wünsche, daß sie die Belehrung und Erbauung mei-

ner Leser befördern mögen. Die Absicht dieses Buchs und die Art der Leser für welche ich es bestimmet habe, erlaubet keine mathematische Beweise. Ich habe daher viele Warheiten nicht strenge beweisen, oder weitläuftig und deutlich erklären können, viele habe ich ganz übergehen und viele nur gleichsam berühren müssen. Vielleicht habe ich schon mannigmahl zu mathematisch geredet. Kenner werden die Ursache davon leicht einsehen, und mich bei Ungeübtern entschuldigen. Wolfenbüttel, im Juli 1771.

Ich habe nicht die Absicht bei den Betrachtungen die ich über das Auge des Menschen anstellen will, diese Materie gänzlich zu erschöpfen; ich werde nur so viel davon abhandeln, wie einen jeden Menschen, der kein Arzt, Naturkündiger, oder Mathematicker ist, und der doch seine Erkentnis, durch die Betrachtung der großen Werke Gottes, zu erweitern wünschet, davon zu wissen nöthig ist. Ich werde mich daher nur bemühen, diejenigen Stücke des Auges zu erklären, dessen Bau, Absichten und Nutzen auch derjenige einsehen und begreifen kann, der die Meßkunst, Optick und Zergliederungskunst nicht verstehet. Ich werde von seinen Theilen, Häuten, Feuchtigkeiten und Muskeln überhaupt reden, und die Absichten erklären, die der große Schöpfer bei der Einrichtung dieser Theile hatte, so viel wir bei der Schwäche unsers Verstandes davon einsehen können. Ich werde nachher die Eigenschaften des Lichts, und Theorie des Sehens auch denen deutlich zu machen suchen, welche die Gründe der Meßkunst und Optick

nicht wissen, so viel sich ohne die Voraussetzung dieser Gründe davon deutlich machen läßt. Endlich werde ich einige Erscheinungen beim Sehen erklären, und beim Schluße dieser kleinen Schrift etwas vom künstlichen Auge reden, welches zwar das menschliche Auge nur sehr unvollkommen abbildet, dennoch aber denen, die noch nie ein zergliedertes natürliches Auge gesehen haben, ganz gute Begriffe davon beibringet.

So unvollkommen diese Betrachtungen sind, die ich itzt anstellen will, so werden sie dennoch zureichend genug seyn, bei meinen Lesern die erhabensten Begriffe von der unendlichen Weißheit des almächtigen Schöpfers hervorzubringen, und sie zu der tiefsten Ehrerbietung gegen das höchste Wesen zu bewegen, dessen Macht und Weißheit auch bei dem Bau des menschlichen Auges sich in solcher Größe gezeiget hat, daß auch der erhabenste menschliche Verstand, sie nicht zu begreifen im Stande ist. Ich fange meine Betrachtung an.

Das erste Kapitel.

Vom Auge selbst.

(Von der Lage der Augen.)

Die Augen der Menschen liegen fast gänzlich in einer knöchern Höle, welche die Zergliederer Orbi-

Orbitam nennen. Diese Höle ist aufs künstlichste eingerichtet; wir übergehen aber den Bau derselben, weil es wider die Absicht dieser Betrachtungen ist, und reden nur von der Lage der Augen. Es ist ein sehr deutlicher Beweiß einer großen Weisheit Gottes, daß er unsere Augen in die Lage sezte, in welcher wir sie antreffen, und der Nutzen dieser Einrichtung zeiget sich uns gleich nach einer kleinen Ueberlegung. Würden die Augen ganz über die Oberfläche des Gesichts hervorragen, so würden sie vielen Zufällen unterworfen gewesen seyn, welche sie izt nicht treffen. Ein Fall, ein Schlag, ein unvermutheter Stoß würde gewaltsame Würkungen auf sie gehabt haben. Sie wären dadurch auf einmal zerschmettert und gänzlich unbrauchbar geworden, und wir würden bei solcher Lage der Augen weit mehr Menschen antreffen, die völlig blind wären, als die sehen könnten. Alle solche gewaltsame Zufälle sind durch die Einrichtung ihrer Lage fast gänzlich vermieden, und die Beispiele, sind in Ansehung der großen Menge Menschen nur selten, daß die Augen durch einen Schlag, Fall oder Stoß so verletzet sind, daß sie völlig unbrauchbar geworden wären. Die Stirn, die weit über die Augen hervorraget, hält einen großen Theil aller gewaltsamen Würkungen ab, und der Stirnknochen ist von Gott so stark gebauet, daß nur sehr heftige Zufalle ihm Schaden zufügen können. Ueberdem hält auch das Dach das durch die Lage der Stirne gleichsam über das Auge gebauet ist, das gar zu häufige Licht ab, welches die Augen empfindlich und schädlich ge-

gewesen wäre. — Wir bemerken bei dem Bau der Augen überhaupt eine große Mannigfaltigkeit und Weißheit. Die Lage, die Zahl und die Beschaffenheit der Augen sind volkommen nach den Bedürfnissen der Kreaturen eingerichtet. Die Augen derjenigen Thiere, deren Haupt unbeweglich ist, sind ganz anders gemacht als derer, die ihr Haupt nach allen Seiten hinbewegen können. Das Auge der Fliege ist ein Vieleck, sie kann von allen Seiten sehen, ohne ihren Kopf zu drehen, den sie auch nicht herumdrehen kann. Bei einer Spinne sind wieder andere Einrichtungen. Sie hat 7 bis 8 Augen auf dem Kopfe. (*) Man hält davor daß die Gartenschnecke ihre Augen an den Spitzen ihrer Hörner habe. Es sind die beiden kleinen schwarzen Pünktgen, welche man da stehet, und sie kann sie aus- und einziehen, und also für schädliche Zufälle in Sicherheit stellen. Der Fisch hat wieder andere Augen, als die Kreatur die auf dem Lande lebet. — Wir bemerken noch von der Lage der menschlichen Augen, daß sie an denjenigen Ort gesetzet sind, von da man das mehreste übersehen könnte; wäre ihre Lage an einem andern Theile unsers Körpers, so

wür-

(*) Siehe Herrn Hombergs Anmerkungen über die Spinnen. Memoires de l'Academie des Sciences de Paris, 1707. Die Hausspinne hat nach seiner Bemerkung 8 auf ihrer Stirn oval herumgesetzte Augen. Die Gartenspinne 4 große und 4 kleine. Die Kellerspinne, oder Mauerspinne hat 6 Augen. Die herumschweifende Spinne hat auch 8 Augen, da immer zwei und zwei gleich groß sind. Bei der Feldspinne stehen auf jeder Seite der Stirn 3 Augen im Triangel, und zwei mitten auf der Stirn. Die Tarantel hat auch 8 Augen die im Finstern glänzen.

würden sie uns lange die Dienste nicht thun. Sie wurden an den Kopf gesetzet, weil wir den nach allen Seiten bewegen konnten, indem es der höheste Theil des Körpers war, und wir von da alles bequem übersehen konnten, was unter der Lage der Augen und was über der Lage derselben sich befand. Sie wurden ferner vorne an dem Kopf gesetzet, weil wir uns vorwärts bewegen solten, und sie uns also gleichsam zu Wegweisern dienten. — Gott gab dem Menschen zwei Augen; hiedurch wird eine schöne Symmetrie in dem Bau des ganzen Gesichts, und zugleich werden wir dadurch, daß wir zwei Augen haben, nicht in die Gefahr gesetzet; wann etwa ein Auge durch einen kleinen Zufall, durch Sand oder Staub etwas verletzet wird, sogleich auf einige Zeit völlig blind zu seyn. Ingleichen stellen sich uns auch alle Dinge weit lebhafter und deutlicher vor, weil wir dadurch eine doppelt starke Empfindung vom jeden Gegenstande bekommen. Wer siehet nicht schon in allen diesen Dingen die erhabenste Weißheit des allmächtigen Schöpfers.

(Von den Augenbraunen.)

Ueber den Augen befindet sich eine Rundung von Haaren, welche man die Augenbraunen nennet. Sie dienen theils zur Zierde des Gesichts, vornemlich aber verhindern sie, daß kein Schmutz oder Schweiß vom Kopfe ins Auge kommen, und dasselbe beschädigen kann, indem sie den Schweiß an beiden Seiten des Auges gleichsam als eine Rinne

ableiten, zugleich sind sie auch eine Blendung, welche es verhindert, daß von obenher nicht zu viel Licht ins Auge fället.

(Von den Augenliedern.)

Die Decken, welche die Augen verschließen und öfnen können, nennet man die Augenlieder, hier treffen wir die größten Wunder der unendlichen Weißheit Gottes an. Die Augenlieder bestehen aus dem Oberhäutgen, der Fetthaut, der inwendigen Haut und dem Muskel. Diese Decken, ohngeachtet sie aus so verschiedenen Theilen bestehen, sind noch dünne genug, daß man Finsterniß und Licht dadurch unterscheiden kann. Wann man in einem finstern Zimmer die Augen zugethan hat, so empfindet man es sehr deutlich, wann Licht ins Zimmer gebracht wird; und dieses hat seinen grossen Nutzen. Ich werde in der Folge dieser Betrachtungen zeigen, daß sich der schwarze Stern im Auge nach dem Maasse des Lichts verringert oder erweitert, hier finden wir die erste Vorbereitung dazu. Das Licht würde uns schmerzhafte Empfindungen verursachen, wenn wir die Augen beim Erwachen schleunig öfneten, weil der Stern im Auge gar zu schnell durch den Reiz den das Licht in ihm erreget, verengert würde. Allein, so wie das Licht des Tages zunimmt, wird auch schon im Schlafe, durch die wenigen Lichtstrahlen, welche durch die Augenlieder auf den Stern im Auge fallen, der Stern verengert, und zur völligen Verengerung die nach dem Erwachen geschie-

het, vorbereitet. — Am Rande der Augenlieder, wo sie sich zusammenschließen, zwischen obigen Theilen, lieget ein knörplichter Bogen, wodurch die Augenlieder ausgespannet, und zur Bewegung geschickter gemachet werden. An dem innern Rande dieses Bogens öfnen sich eine Menge Fettdrüsgen, welche beständig eine öhlichte Fettigkeit ausschwitzen, diese vermischet sich mit der wäßrichten Feuchtigkeit, woraus die Thränen bestehen, welche unter den Augenliedern und an andern Theilen des Auges abgesondert werden, wie ich unten weitläuftiger zeigen werde. Aus dieser Vermischung wird eine seifenartige Salbe, die es verhindert, daß die Oberfläche der Augen nicht durch die beständige Bewegung der Augenlieder beschädigt wird. Sie ist das Mittel welches die Reibung verhütet, so wie man zwei Körper die sich dichte auf einander bewegen, mit Oel oder Seife beschmieret, um ihre Bewegung zu erleichtern und die heftige Abnutzung zu verhindern. Ueberdem verhütet auch die öhlichte Feuchtigkeit, die aus den Drüsen, am Rande der Augenlieder fließet, daß die Augenlieder im Schlafe nicht zusammenkleben, sondern beim Erwachen leicht wieder können geöfnet werden. An den knorplichten Bogen, welcher am Rande der Augenliedern sich befindet, stehen die Augenwimmern. Es sind kleine Härgen, die in solcher Lage gewachsen sind, daß sie zwar den Augenliedern an der Bewegung nicht hinderlich sind, noch auch denen von den Gegenständen ins Auge fallenden Lichtstrahlen im Wege stehen, und dennoch als ein dichtes Netz, Staub, Insekten,

und andere schädliche Dinge abhalten, daß sie nicht ins Auge fallen können. Da sie ferner elastisch sind, und an den vordersten Theil des Augenliedes sitzen, so kann eine jede Erschütterung dieser Haare durch die Luft eine Empfindung verursachen, wir thun in solchem Fall das Auge zu. Die Augenwimmern haben also eine Aehnlichkeit mit den Haaren der Thiere, die vorne an den Schnautzen solcher Thiere befindlich sind, die einen scharfen Geruch haben; sie sind gleichsam Wächter für unsere Augen. Das obere Augenlied beweget sich viel weiter über das Auge als das untere. Der Grund davon lieget in dem Bau des Muskels der ihre Bewegung verursachet. An dem Ende, von welchem die Bewegung des obern Augenliedes herrühret, ist er weit stärker, als an dem Theile, welcher das untere Augenlied beweget. — Die Augenlieder, diese künstliche und bewegliche Decken sind dem Auge überaus nützlich und nöthig. Durch die Bewegung, welche, ohne daß wir es wissen, sehr oft geschiehet, und welche uns am Sehen nicht im geringsten hindert, wird beständig die Feuchtigkeit der Thränen auf dem Auge vertheilet; hiedurch wird der feine Staub, der beständig in der Luft herumschwimmet, und sich auch auf die Augen setzet, wieder abgewischet, und das Auge hell und klar erhalten, welches sonst bald trübe werden würde. Durch diese beständige Zertheilung der Feuchtigkeiten auf dem Auge wird auch verhütet, daß die Oberfläche desselben nicht von der Luft ausgetrocknet, und rauh, uneben und undurchsichtig gemachet wird. Die Augenlie-

der selbst verwahren das Auge für vielen schädlichen Zufällen, und es ist uns ganz natürlich, daß wir die Augenlieder so gleich zuschliessen, wann sie nur im geringsten von etwas widrigen und unangenehmen Dingen berühret werden, und also ohne daß wir vorher die geringste Ueberlegung darüber anstellen können, so gleichsam auf Mechanische Weise für die Sicherheit des Auges sorgen. Die Augenlieder bedecken endlich die Augen, und verschliessen sie, damit der sanfte Schlaf die Menschen nach gethaner Arbeit erquicken möge, und die Augen während des Schlafes nicht durch Staub oder andere Zufälle beschädiget würden. Ein beständiges Wachen würde die Menschen gewiß tödten, und wann die Augenlieder fehleten, würde uns der Schlaf fliehen, weil die Empfindung der Bilder, der Gegenstände die beständig sich im Auge mahleten, uns daran verhindern würden. Aulus Gellius erzählet, daß die Carthaginenser, nachdem sie dem römischen General Regulus tausend Martern angethan, ihm endlich auch die Augenlieder abgeschnitten, hätten, da er dann endlich aus Mangel des Schlafes jämmerlich gestorben sey; und es ist aus der Geschichte bekannt, daß es eine der grösten Martern womit Menschen, gegen ihres gleichen gewütet, gewesen sey, wann man sie beständig am Schlafe verhindert, wodurch sie rasend geworden, und endlich elendiglich gestorben sind.

Noch einen grossen Nutzen der Augenlieder: sie verhüten es, daß nicht zu viel Licht ins Auge fäl-

let, welches das äußerst empfindliche Netzhäutgen, das auf dem Boden des Auges lieget, nicht würde vertragen können, man öfnet daher die Augenlieder mehr bey wenigerm Lichte, und schließet sie bey mehrerm Lichte dichter zu.

(Von der Thränenwarze, Thränenpunkten und Thränendrüse.)

Der Winkel, welchen die beyden Augenlieder dichte an der Nase machen, heist der grosse Augenwinkel, und die rothe Drüse, welche sich im selbigen befindet, heisset die Thränenwarze (Caruncula lacrymalis). Nicht weit von selbiger sind die Thränenpunkte. Es sind zwei kleine Oefnungen an den inwendigen Rändern der Augenlieder, die eine an dem obern, die andere an dem untern Augenliede, ohngefehr zwei oder drei Linien von dem großen Augenwinkel entfernet. Man kann den Thränenpunkt am untersten Augenliede, sehr leicht an seinem eigenen Auge finden, wann man sich vor einen Spiegel stellet, und das untere Augenlied nur ein klein wenig niederziehet. Diese Thränenpunkte sind der Anfang von zwei kleinen Röhrgen, die so enge wie Haarröhrgen sind. Sie saugen daher die Feuchtigkeiten, welche sich auf dem Auge samlen, in sich, welche durch die Lage der Augen und Bewegung der Augenlieder in diese Gegend geführet werden. Sie führen sie in den hinter der Thränenwarze liegenden Thränensack, von welchen sie durch eine Röhre in die Nase geleitet werden. An

der

der Seite, wo der äußere Augenwinkel lieget, an der äußern Seite des Auges, ganz in der Höle, worinne die Augen sich befinden, lieget die Thränendrüse. Es gehen aus ihr sechs oder sieben kleine Gänge nach der inwendigen Haut der Augenlieder. Unter den Augenliedern wird beständig eine wäßrichte Feuchtigkeit abgesondert, welche in gra der Linie auf dem Auge herunterfließet, und durch die Bewegung der Augenlieder auf dem ganzen Auge vertheilet wird.

Den Nutzen dieser Feuchtigkeit haben wir schon bei der Betrachtung der Augenlieder bemerket. Diese Feuchtigkeit wird von dem Blute in der Thränendrüse abgesondert, und durch sechs oder sieben Gänge aufs Auge geführet, zum Theil wird sie auch von den Arterien auf der inwendigen Haut der Augenlieder ausgeschwitzet. Sie samlet sich bei der Thränenwarze, und gehet durch die Thränenpunkte, in die Nase, dadurch wird die Nase feucht erhalten, und die Verhärtung des Schleims in selbiger verhütet, welcher auch dadurch flüßiger und zum Auswurf bequemer gemachet wird. Man siehet hieraus, wie weißlich Gott jede Sache am Menschen geordnet, und zu seinem Nutzen und Erhaltung bestimmet hat, und daß Dinge, die uns geringe Kleinigkeiten zu seyn scheinen, in der That wichtig und nützlich sind. Auch im Schlafe, wann die Augenlieder geschlossen sind, fließet diese Feuchtigkeit durch die Thränenpunkte in die Nase. Die beiden knorplichten Bogen der Augenlieder machen eine solche

Linie; daß, wann die Augenlieder geschlossen sind, zwischen den Augenliedern und den Augen beim grossen Augenwinkel eine dreieckigte Höle bleibet, in welcher der Ueberfluß der Feuchtigkeiten sich saumlet, und durch die eben beschriebenen Röhren in die Nase geführet wird. Wann die Röhren, welche die Feuchtigkeit in die Nase führen, verstopfet sind, so, daß keine Feuchtigkeit aus den Augen in die Nase kommen kann, so entstehet der Thränenfistel. Der Thränensack schwillet auf, und diese Feuchtigkeit muß alsdann aus den Augen über die Wangen, oder aus einem Geschwüre des Thränensackes herauslaufen.

Sind aber die Röhren auch in gehörigem Stande, und diese Feuchtigkeit wird zu häufig abgesondert, so, daß sie nicht völlig durch die Thränenpunkte in den Thränensack, und von da in die Nase gehen kann, so samlet sie sich in Tropfen, und läuft über die Augen weg, die Wangen herunter, und das sind die Thränen. Diese gar zu häufige Absonderung geschiehet bei Anhäufung und Pressung des Bluts im Kopfe, und in der Lunge, bei heftigen Affekten, als Freude und Traurigkeit, zärtlichen Empfindungen, wie auch beim Niesen und Brechen; man siehet hieraus leicht, daß ein Sanguinischer Mensch mehr und leichter, als andere, weinen kann. Sein Blut ist weit wäßrichter, als das Blut eines Menschen, der ein Cholerisches oder Melancholisches Temperament hat, und daher kann auch leichter mehrere Feuchtigkeit davon abgesondert werden.

Man

Man hat in der Geschichte Beispiele, daß bei sehr heftigen Gemüthsbewegungen, anstatt der Thränen Blut aus den Augen geflossen ist. Man wird leicht einsehen, daß dieses ganz möglich sey, wann man bedenket, daß die Thränen vom Blute abgesondert werden, und daß bei sehr heftiger Pressung des Bluts, auch wohl Blut, statt der wäßrichten Feuchtigkeit, durch die oben beschriebenen Röhren auf die Augen können geführet werden. Man wird nun auch die Ursache erkennen, warum kleine Kinder die beim Schreien keine Thränen vergiessen, öfters Verstopfungen in der Nase haben. Der Schleim in derselbigen wird nicht durch die Thränen erweichet, sondern vertrocknet. Kinder, die beim Schreien Thränen vergiessen, sind nicht leicht aus obigen Gründen in der Nase verstopft. Wie weißlich hat Gott auch alle kleine Nebenzufälle in der Maschine des Körpers angewendet!

Wir haben die Decken der Augen betrachtet, wir kommen nun zum Auge selbst.

Das ganze Auge gleichet einer Kugel, die im Durchmesser ohngefehr einen Rheinländischen Zoll hat. Es würde eine volkommene Kugel ausmachen, wann nicht die Hornhaut über die Rundung desselben hervorragte, und das Auge der mehresten Menschen etwas länglicht und vorne etwas platt gedruckt wäre. Diese Kugelförmigte Gestalt war für das Auge die allerbequemste, weil es sich nach allen Seiten mit einer ungemeinen Leichtigkeit und

Geschwindigkeit drehen solte, und bei dieser Figur alle Bewegungen sehr leichte gemacht werden konnten.

(Von der weissen Haut.)

Die äußerste Haut, welche das Auge umgiebet, ist weiß und dünne, wie die Haut aus einem Ehe, und im höchsten Grad empfindlich. Die Zergliederer nennen sie die weisse Haut (albuginea). Sie tritt ohngefehr eine halbe Linie, über die hervorstehende Haut auf dem Auge, über die Hornhaut (die wir nachher erklären werden). Sie gehet nicht um das ganze Auge herum, sondern sie ist an die Haut angewachsen, welche den Knochen der Augenhöle umgiebet. Diese weisse Haut ist noch mit der äußerst dünnen Haut umgeben, welche die Aerzte die angewachsene Haut (adnata) nennen. Diese adnata ist eine Fortsetzung der äußern Haut des menschlichen Körpers. Sie überziehet die innere Fläche der Augenlieder, und nachher die ganze weisse Haut und Hornhaut, kurz die ganze Uebersläche des Auges. Bei einem todten Auge kann man sie durch heisses Wasser von der weissen Haut und Hornhaut absondern, und die kleinen Geschwüre, die manchmahl auf der Uebersläche des Auges und so gar mitten auf dem Auge, auf der Hornhaut sind, entstehen auf dieser adnata. Die weisse Haut hat Pulsadern, Blut-Adern und Nerven, die alle unbeschreiblich fein sind. Im gesunden Zustande führen sie nur durchsichtige Theile des Bluts, die keine Farbe haben, aber bei Entzündunden und Anhäufun-

fungen des Bluts, führen sie rothes Blut, und alsdann wird das weiße im Auge roth.

Der Nutzen der weissen und der angewachsenen Haut ist ungemein groß. Da sie sehr empfindlich ist, so kann man es so gleich fühlen, wann etwas schädliches ins Auge kömmt, und wird gleichsam gezwungen sich zu bemühen es wieder herauszuschaffen, durch den Reitz den eine dem Auge widrige Sache auf der weissen Haut verursachet, wird auch das Auge zum Thränen beweget, und diese Feuchtigkeit hilft sehr viel die schädlichen Sachen wieder aus dem Auge wegzubringen. Sie spühlet sie gleichsam weg. Ferner erstrecket sich der Nutzen der weissen Haut aufs Sehen selbst. Weiß ist diejenige Farbe, welche alle Lichtstrahlen am stärksten zurückwirft. Nun solten nach der Einrichtung des Schöpfers keine mehrere Strahlen ins Auge kommen, als die durch die Hornhaut und Pupille fielen. Die weisse Farbe dieser Haut war sehr geschickt alle andere Strahlen mit der großen Lebhaftigkeit zurückzuwerfen. Die Weißheit Gottes sorgte hier zugleich in mehr als einem Stücke für die Zierde und für den Nutzen zugleich, und verband mit der Schönheit, die diese Haut dem Auge gab, noch andere erhabene Absichten. Der untere Theil der Augenkugel wird mit einer Cellulösenhaut umgeben, die aus Fett bestehet. Sie umgiebet außer den ganzen innern Theil der Augenkugel auch alle seine Muskeln, und das Auge ruhet darauf, wie auf einem Küssen, und wird zu allen Bewegungen desto geschickter gemachet.

(Von

(Von der harten Haut.)

Die Haut, welche auf die weisse und Cellulöse Haut folget, und die Augenkugel ganz umgiebet, heißet Sclerotica. Sie hat ihren Namen aus dem Griechischen von hart empfangen, und man kann sie daher auch die harte Haut nennen.

Sie verdienet diesen Namen volkommen, weil sie sehr hart und zähe ist. Viele Zergliederer leiten ihren Ursprung von der harten Hornhaut (dura Mater) her. Diese umgiebet den Sehnerven, (von welchen wir weiter unten handeln werden) und bei dem Eintritt desselben ins Auge, nimt sie die sphärische Figur an, welche die harte Haut ausmachet. Die Farbe dieser Haut ist weiß. Sie bestehet aus sehr vielen über einander liegenden Blätterchen, oder Lamellen, die aber so fest mit einander verbunden, und verwachsen sind, daß sie nicht von einander können geschieden werden. Der untere Theil der harten Haut ist weit dicker, als der obere, hinten wo der Sehnerven eintritt, hat sie fast die Dicke einer Linie. Sie hat daselbst verschiedene kleine Löcher, wodurch die Pulsadern des Auges nach der unter ihr liegenden Haut, und den andern Theilen des Auges geführet werden. Der vordere Theil dieser Haut ist weit dünner; bei Kindern ist sie vorne so dünne, daß die schwarze Farbe der unter ihr liegenden Haut durchscheinet; daher entstehet die blaulichte Farbe, die wir in dem Weissen des Auges bei jungen Kindern sehen. Diese harte Haut giebet dem Auge eine Festigkeit, und bewahret es

durch ihre Härte für manchen verdrüßlichen Zufällen. Sie erhält zugleich die Feuchtigkeiten in ihrer gehörigen Lage, und ist gleichsam das Skelet, worüber und worunter die übrigen Häute und Feuchtigkeiten gezogen und geordnet sind.

(Von der Hornhaut.)

Ganz vorne an der harten Haut befindet sich die sehr durchsichtige Hornhaut. Sie ist von der harten Haut unterschieden, und in selbige auf eine sehr künstliche Art eingepasset. Das Loch der harten Haut, worinnen die Hornhaut eingepasset ist, ist vorne enger und kleiner, wie hinten, und da die Hornhaut ein Kugelsegment ist, deren Radius viel kleiner ist, als der Radius der Kugelförmigen harten Haut, so war dieses nöthig, wann die Hornhaut genau in die Oefnung der Scelerotica passen, und allerwärts dichte anliegen solte. Sie wurde auch hiedurch sehr befestiget, so, daß sie nicht im geringsten wanken, oder ihre Lage verändern konnte. Auf welche Art die Hornhaut und harte Haut mit einander verbunden sind, hat man bis izt noch nicht genau entdecket, vermuthlich durch ein sehr feines Cellulöses Häutgen.

Da die Hornhaut ein Abschnit einer weit kleinern Kugel ist, als die harte Haut, so raget sie über selbige hervor. Petit, ein französischer Zergliederer, hat gefunden, daß der Durchmesser der Kugel, wovon die Hornhaut ein Abschnitt ist 7. bis $7\frac{1}{2}$ Linie ausmache. Die Chorde oder Breite der

Hornhaut ist 5 Linien und ihre Dicke ohngefehr $\frac{1}{4}$ einer Linie. So scheinet uns diese durchsichtige Haut beschaffen zu seyn. Allein Herr Euler hat bewiesen, daß die Figur der Feuchtigkeiten im Auge nicht sphärisch sind, sondern krumme Flächen seyn müssen, die im höchsten Grade transscendentisch waren, das ist, die so sehr alle Abmessungen übersteigen, daß sie keine menschliche Kunst zeichnen und ausmessen kann, und hieraus scheinet zu folgen, daß die Figur der Hornhaut kein Kugelschnit, sondern eine transscendentische Fläche seyn müsse. Ich werde hierüber weitläufftigere Betrachtungen anstellen, wann ich vom Sehen selbst handeln werde.

Die Hornhaut bestehet aus vielen über einander liegenden Blätterchen, die mit dem allerklärsten Wasser durchzogen sind. Sie hat sehr viele kleine Oefnungen, aus welchen beständig Wasser herausschwitzet, aber es samlet sich auch beständig wieder frisches Wasser zwischen diesen Blätterchen. Dieses Wasser, das die Lamellen der Hornhaut aus einander spannet, verursachet ihre Durchsichtigkeit und Klarheit. Man kann sich daher in dem Auge eines Menschen vor welchem man stehet, bespiegeln. Es wird nemlich sein Bild von der unter der Hornhaut liegenden Farbenhaut zurückgeworfen, die in diesem Fall der Hornhaut das ist, was eine Folie dem Spiegel ist. Bei sterbenden Personen, da alle Fiebern ihre Kraft verliehren, und die ganze Maschine des Körpers in Unordnung kömmt, dunstet dieses Wasser aus, und es kommt nichts frisches

hinzu.

hinzu. Die Blätterchen der Hornhaut fallen zusammen und werden undurchsichtig, und man kann sich auch in dem Auge einer sterbenden Person nicht mehr bespiegeln, oder die Hornhaut hat vielmehr so sehr allen Glanz verlohren, daß sie nicht mehr durchsichtig ist, und kein Bild durch sie mehr zurückgeworfen wird. Hiezu kömmt noch, daß die unter der Hornhaut sich befindliche Feuchtigkeit sich auch verliehret. Man kann diese Undurchsichtigkeit der Hornhaut bei sterbenden Personen sehr deutlich sehen, und sie selbst empfinden sie noch mehr. Die Gegenstände werden ihnen dunkel, und es kömmt ihnen vor als ob ein Flohr über ihre Augen gezogen wäre. Man saget alsdann, daß ihnen die Augen gebrochen sind. Da dieser Zufall von der äußersten Schwäche aller Theile zeuget, so siehet man leicht ein, daß er ein Vorbote des nahen Todes seyn müsse. Werde ich noch nöthig haben, von den Nutzen der Hornhaut etwas zu sagen? Sie ist durchsichtig und dienet dazu, daß die Lichtstrahlen, welche die Bilder der Gegenstände im Boden des Auges mahlen solten, durch sie durchfallen solten, und verwahret die unter ihr befindlichen Feuchtigkeiten des Auges, die zum Sehen dienen. Die Fehler der Hornhaut erstrecken sich aufs Sehen selbst, wann eine Narbe sich auf selbiger befindet, so wird sie an solcher Stelle undurchsichtiger, oder verstellet die Bilder der Gegenstände. Durch eine Fensterscheibe, welche mit Adern und Striemen durchzogen ist, siehet man die Gegenstände lange so hell und deutlich nicht als durch ein klares Spiegel-

glas. Ist die ganze Hornhaut mit einem Fell überzogen, so ist das Auge völlig blind, ohngeachtet alle seine übrigen Theile, die zum Sehen dienen, sehr gesund seyn können.

(Von den sechs Muskeln des Auges.)

Ehe ich die harte Haut und Hornhaut verlasse, will ich erst noch etwas von den Muskeln reden, die man an der harten Haut findet. Das Auge hat eine dreifache Bewegung, und diese wird durch 6 Muskeln, die gegen einander würken, erhalten. Bei der Lage unserer Augen musten sie sich bewegen können, wann wir nicht mit der äußersten Unbequemlichkeit den Kopf beständig herumdrehen solten, wann wir einen andern Gegenstand betrachteten. Bei Thieren, die weder das Haupt noch die Augen bewegen können, hat Gott auf eine andere Art gesorget. Ihre Augen sind Vielecke, wie wir schon oben gesaget haben. Löwenheck hat gefunden, daß das Auge einer Fliege aus 8000 Flächen bestehe, die alle eine verschiedene Lage haben, und auf dem Auge eines Käfers hat er 4318 Flächen angetroffen.

Die Muskeln des menschlichen Auges bewegen die ganze Augenkugel nach allen Seiten. Ihre Namen anzeigen heist ihre Verrichtungen beschreiben, weil es viel zu weitläuftig seyn würde, sie nach allen ihren kleinen Theilen zu betrachten. Sie kommen alle aus der Augenhöhle von den Häuten des Sehnervens her, aus welchem sie entspringen. Sie theilen sich bald; im Anfang sind sie schmal. Sie wer-

werden nachher breiter, und heften sich an die harte Haut, nicht weit von der Hornhaut an. Es sind vier Grade, und zwei schiefe Muskeln. Sie heissen: der abziehende, der hinzuziehende. Der aufhebende, der herunterziehende. Der schiefe obere, und der schiefe untere Muskel. Der hinzuziehende Muskel ziehet das Auge nach der Nase; sein entgegengesetzter nach der Schläfe. Der aufhebende ziehet es in die Höhe, sein entgegengesetzter, herunter. Endlich ziehet es der eine schief oberwärts, und der andere schief unterwärts. Der aufziehende Muskel ist der kleinste unter den geraden Muskeln, und der abziehende der grösseste. Wann die vier geraden Muskeln zugleich würken, ziehen sie ohne Zweifel das Auge hinterwärts in die Augenhöle hinein, und bringen also die Linse näher an das Netzhäutchen, welches im Boden des Auges lieget, welches bei einigen Gegenständen nöthig ist, wie ich unten weitläuftiger zeigen werde.

Der obere schiefe Muskel, wird auch der Rollenmuskel genant, weil er auf eine besondere Art auf eine Rolle gezogen ist, welche an den Augenknochen befestiget ist. Dieser Muskel scheinet noch einen besondern Nutzen zu haben. Außer dem, daß er das Auge schief oberwärts ziehet, kann er die Augenkugel weiter vorwärts rücken, und dieselbe verlängern, welches gleichfals bei Betrachtung einiger Gegenstände nothwendig war. Er ist der längste unter allen Muskeln. Aus dieser Erzählung der Lage und Eigenschaften der Augenmuskeln,

kann man leicht ihren grossen Nutzen einsehen; sie sind die Faden, welche das Auge mit einer ungemeinen Geschwindigkeit und Leichtigkeit nach allen Lagen bewegen. Gott bauete sie mit unendlicher Weißheit, und sein allmächtiger Finger setzte sie genau in die Lage, daß diese Absicht volkommen erhalten wurde.

(Von der Aderhaut oder der *tunica chorioidea.*)

Unter der harten Haut lieget die Aderhaut. Die Aerzte nennen sie tunica chorioidea. Sie hat diesen Nahmen von dem griechischen Wort: χοριον empfangen, welches diejenige Haut ist, die die Frucht im Mutterleibe umgiebet. Sie ist auswärts dunkelbraun, aber inwendig mit einer sehr schwarzen Farbe, gleichsam als mit Tusch oder Ruß überzogen, und hat ungemein viele Blutgefässe. Sie lässet sich in zwei besondere Lamellen zertheilen, und die äußere derselben ist die Fortsetzung derjenigen Hirnhaut, welche die Zergliederer pia mater nennen. Diese umgiebet den Sehnerven und breitet sich beim Eintritt ins Auge in diese sphärische Figur aus. Vermuthlich wird die schwarze Farbe der Aderhaut, die wie ein Leim ist, von den häufigen Geäder abgesondert, woraus diese Haut gleichsam bestehet.

(Von der Farbenhaut.)

Vorne an der Aderhaut lieget die Farbenhaut, die Iris, wie sie die Gelehrten nennen: sie ist die

bunte

bunte runde Haut, welche man im Auge siehet, und welche man im gemeinen Leben dem Augapfel nennet. Sie ist an Farbe fast in jedem Auge verschieden. Ein jeder weiß, daß man schwarze, braune, blaue, graue, und noch mehrere Farben in den so genanten Augapfel antrift. Der vordere Theil dieser Farbenhaut, bestehet aus sehr vielen Fäserchen, die wie Strahlen eines Cirkels, vom Mittelpunkt nach der Peripherie gehen. Man siehet nach einiger Ueberlegung den Nutzen dieser Einrichtung sehr leicht. Der Stern, das Loch mitten in der Farbenhaut, welches auswärts als ein schwarzer runder Fleck aussiehet, in der That aber ein Loch ist, dieser Stern solte sich nach der Menge der Lichtstrahlen erweitern, oder enger werden können.

In dem Bau der Farbenhaut hat Gott die Federn geleget, die diese Bewegung bewerkstelligen solten. Wann die Strahlen der Farbenhaut sich zusammenziehen oder kürzer werden, muß nothwendig der Stern erweitert, und sie auseinander gehen, verengert werden. Dieses enger und weiter werden des Sterns wird durch die Lichtstrahlen verursachet, die ins Auge fallen. Die Farbenhaut hält einen wahren Muskel in sich, der aber ausnehmend fein ist, und von welchem auch Nervenfäserchen nach dem Gehirne gehen. Dieser Muskel hat die besondere Eigenschaft, daß er durch die Lichtstrahlen gereitzet, und in Bewegung gesetzet wird. Fallen viele Lichtstrahlen ins Auge, so wird er sehr gereitzet, der Muskel ziehet sich zusammen, die Strah-

len der Farbenhaut gehen auseinander und der Stern im Auge wird kleiner. Werden der Lichtstrahlen weniger, so lässet der Reitz nach und Strahlen der Farbenhaut fallen wieder zusammen und der Stern wird grösser. Man kann sich von dieser Eigenschaft der Farbenhaut, und des in ihr befindlichen Sterns durch ein leichtes Experiment überzeugen. Man stelle sich dichte vor einen Spiegel, und halte die Hände so um die Augen, daß von obenher und von der Seite kein Licht ins Auge fället, so wird man den Stern im Auge ziemlich groß erblicken. Man ziehe darauf die Hände geschwind weg, so wird man deutlich sehen wie der Stern im Auge kleiner wird. Ist man an einen sehr dunkeln Ort gewesen, und man siehet auf einmahl ein sehr helles Licht, so ist die Veränderung der Grösse des Sterns im Auge ungemein empfindlich. Man kann im Anfange die Augen gar nicht aufthun, bis der Stern nach gerade enger geworden ist, welches schon durch die wenigen Lichtstrahlen verursachet wird, die durch die Augenlieder schimmern. Man wird dieses ofte an sich erfahren haben, wann man des Abends sich etwas im Dunkeln aufgehalten hat, und darauf Licht ins Zimmer gebracht wird. Bei Thieren, die auch des Nachts sehen solten, muste dieser Stern sehr erweitert werden können, und aus der Ursache ist bei solchen Thieren der Stern nicht rund, sondern länglicht. Z. E. bei Katzen, Eulen und andern solchen Thieren, die auch bei Nacht sehen, er konnte also weit mehr erweitert werden und folglich auch weit mehr Lichtstrah-

strahlen durchlassen. Ueberdem hat Gott noch eine andere Einrichtung in ihrem Auge gemacht, um diese Absicht zu erreichen. Ihre Aderhaut ist so polirt, hell und glänzend wie ein Spiegel. Sie vervielfältiget also die wenigen Lichtstrahlen ungemein und ersetzet dadurch was der Menge des Lichtes fehlet; daher scheinen uns die Augen solcher Thiere so helle und glänzend wie eine brennende Kohle; wie man sich davon auch gleich überzeugen kann, wann man des Nachts die Augen einer Katze siehet.

(Von der Pupille.)

Der Stern welcher sich mitten in der Farbenhaut befindet, heißet die Pupille. Es ist ein Loch welches keinen ganz concentrischen Cirkel mit der Farbenhaut machet, sondern etwas weniges weiter nach der Nase gehet. Durch dieses Loch fallen alle Strahlen hindurch, die das Bild auf dem Netzhäutgen entwerfen, man nennet es im gemeinen Leben, den Stern oder das Schwarze im Auge. Es scheinet schwarz zu seyn, weil die Aderhaut, die alle Theile des Auges hinter der Farbenhaut umgiebet, wegen ihrer Schwärze alles volkommen dunkel machet, durch das dünne Netzhäutgen scheinet. Ich werde nachher zeigen, warum dieses nöthig war. Der untere Theil der Farbenhaut ist schwarz. Nach den neuesten Beobachtungen ist die Farbenhaut kein Kugelschnitt, sondern sie ist etwas platt.

(Von der Traubenhaut.)

Unter ihr lieget die Traubenhaut (Uvea) eine Fortsetzung der Aderhaut, die von dem schwarzen Leim welches sie bekleidet, und welches etwas mit einer Traube ähnliches zu haben scheinet, diesen Nahmen empfangen hat. Ehe sich die Farbenhaut anfänget, bemerket man um die schwarze Aderhaut einen weissen Cirkel welcher etwas breiter als eine halbe Linie ist, und der Cirkelförmige Ring (annulus orbicularis) genennet wird. Er entstehet aus dem Netzförmigen Gewebe von Nerven, welches die Aderhaut umgiebet, und welches gegen die Farbenhaut zu immer dichter wird. Der Nutzen der Aderhaut ist die Ernährung der Theile des Auges; dieses beweisen ihre häufigen Blutgefässe. Die Schwärze dieser Haut verfinstert allen Zugang des Lichts, außer denjenigen, das durch die Pupille fället. Das Auge wird dadurch einer Camera obscura ähnlich, welche es doch aber, wie ich unten sagen werde, in sehr vielen Stücken, sehr weit übertrift, und die Erweiterung und Verengerung der Pupille wurde wegen der verschiedenen Menge der Lichtstrahlen erfodert. So wie man die Oefnung eines Obiectiv-Glases in einem Sehrohr gleichfals bei mehrerm Lichte kleiner machet, und bei wenigerm vergrössert.

(Von der wäßrichten Feuchtigkeit.)

Zwischen der Hornhaut und der Farbenhaut, befindet sich ein Platz welcher sich durch die Pupille

bis

bis an die unter ihr liegende crystalline Linse erstrecket, von der wir nachher handeln werden. Dieser Platz wird in die vorderste und hinterste Cammer eingetheilet. Die vorderste Cammer ist der Raum zwischen der Hornhaut und Farbenhaut, und die hinterste Cammer ist der Raum, der sich zwischen der Farbenhaut und der Linse befindet. Petit hat die Grösse dieser Cammer gemessen, und gefunden, daß die ganze Grösse der vordersten Cammer ohngefehr $11\frac{1}{2}$ Cubicklinien, und die ganze Grösse der hintersten $7\frac{1}{4}$ Cubicklinien, beide zusammen genommen ohngefehr 19 Cubicklinien ausmachen. Ich sage nicht ohne Ursache ohngefehr, dann da alle Augen verschieden sind, so finden wir auch in allen etwas verschiedene Ausmessungen. Die Höhe der vordersten Cammer, oder die Entfernung der Farbenhaut von der Hornhaut ist ohngefehr $\frac{3}{10}$ Zoll oder etwas über 3 Linien und die Tiefe der hintersten Cammer, wird ohngefehr $\frac{1}{6}$ einer Linie seyn. Die ganze Höhe beider Cammern oder die Entfernung der Linse von der Hornhaut giebet Wittringham zu 0. 355 Zoll an, welches etwas über $3\frac{1}{2}$ Linien ausmachet. In diesem Raume konten ohngefehr 5 Tropfen Wasser Platz haben, und es findet sich auch würklich Wasser darinnen, dessen Gewicht gemeiniglich 1 bis $1\frac{1}{2}$ Gran ausmachet. Man nennet diese Feuchtigkeit, die wäßrichte Feuchtigkeit, sie wird ohne Zweifel aus den Arterien, der Processus ciliares, deren Bau wir sogleich beschreiben werden, abgesondert, und wann sie zu überflüßig wird, durch die Blutadern und zurückgehenden Po-

ros wieder ins Blut gebracht. Diese Feuchtigkeit ist, was ihre Dichtigkeit anbetrift, von dem Wasser sehr wenig unterschieden. Sie verhält sich zum Wasser wie 975 : 1000. Bei alten Leuten verliehret sie etwas von ihrer Durchsichtigkeit, und daher können alte Leute nicht mehr so deutlich sehen, als junge Personen. Bei Sterbenden, da alle Bewegungen der Maschine des Körpers aufhören, fängt diese Feuchtigkeit an zu mangeln, und sie können daher die Gegenstände nicht mehr deutlich unterscheiden, wozu noch der Mangel der Feuchtigkeit in den Lamellen der Hornhaut hinzukomt und sie am Sehen hindert, wie wir schon oben bemerket haben; — Wann die Hornhaut verletzet wird, so rinnet diese Feuchtigkeit aus dem Auge heraus, und man wird blind, aber nur auf einige Zeit. Die Wunde heilet, alsdenn samlet sich diese Feuchtigkeit wieder, und man kann auch wieder sehen. Man kann die Probe hievon an jedem Thiere machen, und man wird finden, daß sich in wenig Tagen, die Wunde geschlossen, die Feuchtigkeiten gesamlet haben und das Thier wieder volkommen sehen kann. Der Nutzen der wäßrichten Feuchtigkeit ist sehr groß. Sie ist zum Sehen unentbehrlich. Es ist aber hier der Ort noch nicht, wo ich dieses erklären kann; ich verspahre es, bis ich vom Sehen selbst reden werde.

(*Processus ciliares.*)

Hinter der untersten Seiten des vodersten Theils der Aderhaut unter der Traubenhaut auf einer

Feuch-

Feuchtigkeit des Auges, welche die crystalline Linse genannt wird, liegen die Processus ciliares. Es ist dieses ein runder Ring in dessen Mitte ein Loch ist, welches auf das Loch der Farbenhaut passet, nur daß es ein wenig grösser ist. An diesem Ringe sind gewöhnlich 70 Fäserchen befindlich, welche über die crystalline Linse liegen. Diese Processus ciliares sind schwarz von Farbe, außer fast eine halbe Linie vom Ende; da sie weiß werden. Es findet sich an ihnen eine grosse Anzahl Arterien und Nerven.

Der runde Ring selbst, woran die Fäserchen befindlich sind, ist an die Traubenhaut angewachsen; allein die Fäserchen sind frei. Die Processus ciliares haben den Nutzen, daß sie die crystallene Linse näher an die Traubenhaut ziehen, oder von ihr entfernen können. Die Linse ist das geschliffene Glas im Auge; so wie ich in einer Camera obscura, bei nahen Dingen das Glas von der weissen Wand entferne und bei weitern näher anrücke, so geschiehet ein gleiches mit der Linse im Auge, in Ansehung des weissen Netzhäutgens, das unten im Auge lieget, und worauf die Bilder entworfen werden, wie uns die Lehre vom Sehen erklären wird.

(Von der crystallenen Linse.)

Wir haben schon etwas von der crystallenen Linse zum voraus betrachtet. Izt fangen wir ihre nähere Betrachtung an. Unter den Processibus ciliaribus lieget eine Feuchtigkeit, die von ihnen bedecket

cket wird, wie ich eben gesaget habe. Sie heisset die crystallene Linse. Sie ist einer Linse sehr ähnlich und im höchsten Grade durchsichtig. Der hinterste Theil derselben, welcher bis an den Rand, in der unter ihr sich befindenden Feuchtigkeit lieget, welche die gläserne Feuchtigkeit heisset, ist viel erhabener als der vordere Theil; er scheinet ein Segment einer Kugel zu seyn, deren Durchmesser 4 bis 5 Linien ist, und der vordere Theil scheinet ein Kugelsegment zu seyn, deren Durchmesser 7 bis 8 Linien ausmachet. Die Chorde dieser Linse oder ihre gröste Breite ist 4 bis 4½ Linie, und ihre Dicke ohngefehr 2 Linien, Löwenhöck hat bei Zergliederung derselben gefunden, daß sie aus mehr als 2000 kleine Lamellen bestehe, zwischen welchen sich eine wäßrichte Feuchtigkeit befindet. Die Härte dieser Feuchtigkeit ist gleich der Härte des Weissen in einem hartgekochtem Eye. Sie ist mit einem außerordentlich feinen und durchsichtigen Häutgen umgeben, welches hornartig ist. Dieses Häutgen wird von sehr vielen kleinen Gefässen durchbohret, die aus den Processibus ciliaribus herkommen, und wodurch die Nahrung der Linse zugeführet wird. Zwischen der Linse und ihrer Capsel findet sich etwas Wasser, vermuthlich ist es von Gott dahin geleget, um zu verhindern, daß die Linse nicht mit der Capsel zusammen wachsen solte, welches sie undurchsichtig würde gemachet haben; vieleicht war auch dieses wenige Wasser zur Brechung der Lichtstrahlen nöthig. Wann die crystallene Linse dunkel und undurchsichtig wird, so entstehet die Krankheit, welche

che man den Staar nennet. Beim Staarstechen wird die Bedeckung der Linse aufgeritzet, die Linse aus derselben herausgetrieben, und niedergedrückt, oder nach der neuen Methode durch eine Incision der Hornhaut ganz herausgezogen. Man siehet leicht ein, daß derjenige dem der Staar gestochen ist, und in dessen Auge also die crystallene Feuchtigkeit fehlet, nicht so volkommen deutlich sehen könne, als diejenigen, die diese Feuchtigkeit im Auge haben. Das Hauptglas fehlet ihm, und solche Leute müssen sich eines erhabenen Glases bedienen, das die Stelle der Linse vertrit. Ist die Haut, welche die Linse umgiebet, verdunkelt, so hilft das Staarstechen nichts, und diese Krankheit ist unheilbar. Die crystallene Linse ist das vornehmste Werkzeug des Sehens, weil sie vorzüglich die Lichtstrahlen samlet.

(Von der gläsern Feuchtigkeit.)

Wir haben gesagt, daß die Hälfte der Linse, in der unter ihr sich befindliche Feuchtigkeit läge, welche die gläserne Feuchtigkeit heisset. Sie hat diesen Nahmen daher empfangen, weil sie einem zerschmolzenen Glase ähnlich ist. Diese Feuchtigkeit ist nicht so dichte, als die crystallene Linse, aber eben so durchsichtig. Sie machet einen grossen Theil des Auges aus, und scheinet etwas grösser als eine halbe Kugel zu seyn. Sie bestehet aus vielen kleinen Lamellen, oder vielmehr Bläschen, die eine wäßrigte Feuchtigkeit enthalten; so wohl alle einzele Bläschen, als die ganze Feuchtigkeit, ist mit

einer

einer ausserordentlichen harten und durchsichtigen Haut überzogen und umgeben, welche die Zergliederer tunicam hylaoidæam nennen. Mitten durch die gläserne Feuchtigkeit gehet die kleine Central-Arterie, aus welcher nachher die Capsel um die crystallene Linse zu entstehen scheine. Auch diese gläserne Feuchtigkeit dienet zur Brechung, Ordnung und nachherigen Vereinigung der Strahlen auf dem Netzhäutgen.

(Von dem Netzhäutgen.)

Wir kommen auf eine sehr empfindliche Haut im menschlichen Auge, auf das Netzhäutgen. Sie lieget unter der gläsernen Feuchtigkeit, welche ganz von ihr umgeben wird. Sie entspringet aus dem markigten Theile des Sehnervens; dieser breitet sich nachher in das feinste und dünneste Gewebe aus, und das Netzhäutgen ist also ein Gewebe von Nerven. Sie ist weder an die Aderhaut noch an die gläserne Feuchtigkeit angewachsen, sondern sie ist ganz frei, und endiget sich an den Sehnerven. Man findet an ihr sehr feine rothe Blutgefässe, welche sie ganz durchziehen. Da sie ein Gewebe von Nerven ist, so ist sie auch im höchsten Grad empfindlich, und diese Empfindung würket so stark aufs Gehirn, daß man Beispiele hat, daß Menschen bloß durch ein gar zu starkes Anschauen der Sonne Convulsionen bekommen haben. Dieses Netzhäutgen ist der Ort wo die Bilder der Gegenstände entworfen werden, und also gleichsam die weisse Wand in der Camera obscura des Auges. Sie muste rund um

die

die gläserne Feuchtigkeit liegen, damit das ganze Bild deutlich darauf geschildert werden könne, welches nicht würde geschehen seyn, wann sie blos flach auf den Boden des Auges gelegen hätte.

Die Dicke aller Häute des Auges von welchen wir gehandelt haben, der harten Haut, Aderhaut und Netzhaut wird ohngefehr eine Linie ausmachen; da nun das Auge fast einen Zoll im Durchmesser hat, und die gläserne Feuchtigkeit vorne von der Hornhaut etwas über 4 Linien abstehet, so siehet man also, welchen grossen Platz die gläserne Feuchtigkeit einnimmt, und daß sie etwas grösser als eine halbe Kugel sey.

(Von dem Sehenerven.)

Das Netzhäutgen endiget sich unten in dem Sehnerven. Dieser ist eine markigte Materie von grauer Farbe, eine Fortsetzung des Gehirns. Er ist mit seinen Häuten umgeben, die von der dura und pia mater, zwei Häuten des Gehirns herkommen und Fortsetzungen derselben sind. Er gehet nicht gerade ins Auge, sondern unter einen schiefen Winkel, und ich werde bei der Theorie des Sehens erklären, warum dieses also von Gott eingerichtet ist.

Wo der Sehnerven durch die harte Haut gehet, wird er um $\frac{2}{3}$ dünner, wie er vorher gewesen ist. Zwischen der harten Haut, ist eine Lamelle, welche 30 kleine Löcher hat, wodurch das Mark des Seh-

nervens getheilet wird, deren Nutzen wir aber noch nicht wissen. Durch den Sehnerven kommen alle Empfindungen der Bilder, der Gegenstände zum Gehirne, und zur Seele. Das Gesicht ist in der That blos Empfindung. Die Bilder mahlen sich auf dem Netzhäutgen, und erregen eine Empfindung und Erschütterung auf den Nervenfäserchen, woraus das Netzhäutgen bestehet, welche nachher durch den Sehnerven ins Gehirn fortgepflanzet wird, durch welche Erschütterung oder Reitzung unsere Seele sich die Gegenstände vorstellet, und von Ihnen urtheilet. Daß dieses keine Muthmassungen, sondern Wahrheiten sind, erhellet schon daraus, weil alle Krankheiten des Sehnervens auf das Sehen selbst den allergrösten Einfluß haben. Eine Stauung des Bluts oder der Säfte in selbigen verursachet allemahl die Blindheit, welche um so viel unheilbarer wird, je weniger sich die Ursachen davon heben lassen. Damit meine Leser von allen diesen bisher erklärten Stücken des Auges einen desto deutlichern Begriff bekommen möchten, habe ich auf der 1sten Kupfertafel ein Menschenauge in seiner natürlichen Grösse und in verschiedenen Lagen abstechen lassen, welches von allen seinen Häuten und Feuchtigkeiten hinlängliche Begriffe geben wird.

Ich habe nur das vornehmste aus der Anatomie und Physiologie des menschlichen Auges betrachtet. Ich habe nichts von seinem Geäder, seinen häufigen Nerven und den Bau derselben geredet, und nur so viel von dem Auge erkläret, als zur Erklärung

rung der Theorie des Sehens nöthig war. Ich habe nur solchen Lesern Begriffe vom menschlichen Auge geben wollen, deren Beschäftigungen es nicht zulassen, die Natur bis auf alle kleine Stücke kennen zu lernen, und welche doch viel zu edel denken, als daß sie nicht aus der Betrachtung derselben ein grosses Vergnügen schöpfen solten. Wo ich aufgehöret habe, erblicket der Zergliederer ein neues Gebäude, welches ihn in Erstaunen setzet. Ich würde undeutlich geworden seyn, wann ich auch hievon geredet hätte, weil man sich die ausserordentlichen Schönheiten, die die feinere Anatomie des Auges lehret, nicht gut, ohne ein natürliches Auge dabei zu haben, und zugleich von der Hand eines geschickten Zergliederers geführet zu werden, vorstellen kann. Ich habe indessen genug vom Auge gesaget, um die Theorie des Sehens erklären zu können.

Meine Leser erlauben mir, daß ich hier etwas stehen bleiben und über das was ich Ihnen erzählet habe, einige Betrachtungen anstelle.

Wer siehet nicht bei dem künstlichen Bau des Auges den ich izt erkläret habe, sogleich das Dasein eines almächtigen und alweisen Baumeisters. Würde es nicht ein rasender Gedanke seyn, ein Gedanke, wider welchem sich die Empfindungen unsers eigenen Herzens empören, wann wir die vortrefliche Einrichtung des Auges, die blos das hat, was nöthig war, um die Empfindung der Bilder in die

Seele zu bringen, und den Bedürfnissen der Menschen genug zu thun, die nichts zu viel hat, und der nichts mangelt; wann wir diese vortrefliche Einrichtung, als das Werk eines ohngefehren Zufals betrachten wolten. Man muß gänzlich aufhören vernünftig zu gedenken, wann ein solcher Gedanke nur einen Augenblick in unserer Seele statt finden kann. Allein der Finger Gottes hat nicht nur ein Meisterstück in dem Bau des menschlichen Auges erwiesen, das Auge der Thiere ist mit eben der Meisterhand verfertiget. Wir finden hier, so wie bei allen Werken Gottes, tausend Veränderungen, aber auch tausend Meisterstücke. Das Auge eines Raubvogels, das Auge eines Insecks, das Auge eines Fisches, alle sind verschieden, aber bei allen finden wir nicht mehr, und nicht weniger, als was zu ihren Bedürfnissen nothwendig gehörte. Und so groß ist Gott in allen seinen Werken; der Strohhalm, das Sandkorn, verkündiget uns mit eben der lauten und durchdringenden Stimme einen weisen, gütigen und almächtigen Schöpfer, als alle andere Geschöpfe Gottes. Wie sehr erkennet der Mensch seine Schwäche und sein Nichts, wann er dieses alles aufmerksam überleget. Wie klein wird alle unsere Kunst und Geschicklichkeit, und wie sehr muß uns alles dieses zur tiefsten Ehrerbietung und zur zärtlichsten Liebe gegen das höheste Wesen bewegen, das alle Meisterstücke seiner Hand hier auf der Erden grösstentheils zum Glücke der Menschen verfertiget hat. Wir handeln nunmehro vom Sehen selbst, um dieses aber deutlich erklären zu können,

nen, müssen wir erstlich von dem Lichte und Farben, und von ihren Eigenschaften reden.

Das zweite Kapitel.

Vom Lichte und Farben.

Das Licht ist eine ungemeine feine Materie, die es verursachet, daß wir die Gegenstände, auf welche es fället, durch Hülfe unserer Augen sehen können. Diese Erklärung würde uns keinen Begriff vom Lichte machen, wann wir niemahlen dasselbe empfunden hätten, allein die mehresten Erklärungen der natürlichen Dinge haben dieses Schicksal. Wir sehen nur die Schaale, welche die Natur um ihre Werke geleget hat, in das innere derselben dringen wir selten.

Ins innere der Natur dringt kein erschafner Geist,
Schon glücklich, wenn Sie uns die äußere
Schaale weist.

(Von der Feinheit der Lichtstrahlen.)

Die Materie des Lichts ist so außerordentlich fein, daß sie alle unsere Einbildung übertrift, und daß uns noch keine Materie bekant, welche man mit ihr vergleichen könne. Muschenbröck, der gelehrte Naturkündiger behauptet, daß ein Lichtstrahl 5000 Billionen mahl feiner sei, als ein Menschen-

haar. Ich will den Beweiß davon izt etwas weitläuftiger auseinander setzen:

Man mache ein kleines Loch in ein Kartenblat, wodurch 10 Menschenhaare gehen; wann man sich auf die Erde auf den Rücken leget, und dieses kleine Loch vors Auge hält, so würde man dadurch fast die ganze Halbkugel des Himmels übersehen können. Wann also die ganze Halbkugel des Himmels voller Sterne wäre, die dichte neben einander stünden, so würden fast von allen diesen Sternen durch das kleine Loch Strahlen in unser Auge kommen. Es habe jeder Stern eine Tertie im Durchmesser, so wird die Oberfläche des halben Gewölbes des Himmels, das wir sehen, 962837197452200 Tertien seyn, und so viel Sterne könnten folglich daran bleiben. Es sollen von jeden dieser Sterne 100 Lichtstrahlen herunter durchs Loch ins Auge kommen, dieses giebet 962837197452200000 Lichtstrahlen, die alle durchs Loch ins Auge fallen. Es sollen ferner durch dieses Loch 10 Menschenhaare gehen, so würden auf 1 Menschenhaar 962837197452200 Lichtstrahlen gerechnet werden müssen; dieses sind über 9000 Billionen. Nun wollen wir für diejenigen Plätze am Himmel, die man nicht durch das Loch in dem Kartenblate sehen kann, 4000 Billionen abrechnen, welches in der That viel zu viel ist, so bleiben doch über 5000 Billionen übrig, daß man ohne Irthum annehmen kann: ein Lichtstrahl sei 5000 Billionen mahl feiner als ein Menschenhaar. Ich will noch ein Beispiel anführen,

welches diejenigen, die bei vorhergehender Betrachtung, weil sie etwas abstrackt ist, noch nicht völlig von der Feinheit der Lichtstrahlen überzeugt sind, volkommen überführen wird.

Wann auf einem hohen Thurme eine Fackel brennet, so würde man selbige in einer Entfernung von tausend Ruthen gewiß sehen können, und da dieses von jeder Seite des Thurms angienge, so kann ich annehmen, als ob diese Fackel im Mittelpunkte stünde, und ich sie also an dem ganzen Umfange einer Kugel, die im Durchmesser 2000 Ruthen hätte, erblicken könnte. Ich würde sie in allen Punkten des Umfangs einer solchen Kugel sehen. Die Flamme der Fackel habe 2 Zoll im Durchmesser, welches schon eine grosse Flamme einer Fackel seyn muß, so wird die Oberfläche der ganzen Flamme, wenn ich die Flamme als eine kleine Kugel betrachte, 1256 Quadratlinien ausmachen. Die Oberfläche der ganzen Kugel, an deren Umfange man in jedem Punkte die Lichtflamme sehen kann, hat, wann ihr Radius tausend Ruthen lang ist, 12 Billionen, fünfhundert sechzig tausend Millionen Quadratlinien; so viel Augen will ich nun auch in dem ganzen Umfange herumstellen; und ich räume hier jeder Pupille würklich einen grossen Platz zum Sehen ein. Diese können doch alle, wenigstens die halbe Lichtflamme sehen, folglich muß jede Quadratlinie Licht, sich in 6 Billionen 280 tausend Theile zertheilen, oder nach so viel Flächen, deren jede eine Quadratlinie enthält, Lichttheilgen schicken

Man siehet daraus, wie fein die Materie des Lichts ist, die vieleicht mit der electrischen Materie, dem Magneticmon oder dem Aether eine Verwandschaft hat, und vieleicht eben dieselbe ist, so fein und subtil, daß sie alle Einbildungskraft weit übersteiget. Die Naturkündiger sind noch nicht völlig einig, woher das Licht entstehe. Newton hielt es für Ausflüße der Sonnen, aus welcher beständig Strahlen in alle Oerter, die zu unsern Planetensystem gehörten, sich zerstreueten. Die neuern haben diese Meinung bestritten, und sehen das Licht als eine Materie an, welche durch die Bewegung der Sonnen um ihre Axe in Würksamkeit gesetzet würde. Sie glauben, wann das Licht beständig aus der Sonne flöße, so hätte sie längst abnehmen müssen, weil sie immer mehr Materien verlöhre. Man hat ihnen geantwortet, daß die Lichtstrahlen, wenn sie ihren Weg zu Ende gebracht hätten, vermuthlich wieder in die Sonne zurückfielen, so wie Regen und Thau wieder auf die Erde fält, welches von ihr ausgedunstet ist. Die Absicht dieser Betrachtungen erlaubet es nicht, hievon weitläuftiger zu reden, die ohnedem viel zu abstrackt ist. Ich fahre vielmehr weiter fort einige Eigenschaften des Lichts zu erklären.

(Von der Geschwindigkeit der Lichtstrahlen.)

Das Licht beweget sich in geraden Linien mit einer erstaunenden Geschwindigkeit. Daß sich die Lichtstrahlen in geraden Linien bewegen, siehet man schon daraus, weil durch eine krummgebogene hole

Röhre

Röhre kein Licht fält, und weil man mit einen Körper, der die Breite eines halben Strohhalms hat, wenn man ihn fürs Auge hält, einen fernen Thurm ganz verdecken, und es verhindern kann, daß von ihm keine Lichtstrahlen ins Auge kommen, welches nicht geschehen könnte, wann sich das Licht nicht in geraden Linien bewegete.

Die Erkenntniß von der Geschwindigkeit der Lichtstrahlen hat man den Astronomen zu verdanken. Olaus Römer hat es zuerst entdecket, daß das Licht, welches von den Jupitersstrabanten herunter kömmt, beinahe 15 Minuten Zeit gebrauchet, wann der Jupiter jenseit der Sonne ist, da wir denn um den Durchmesser unserer Erdbahn weiter von ihn entfernet sind, als wenn wir uns zwischen ihn und der Sonne befinden. Und Bradley hat berechnet, daß das Licht von der Sonne 8 Minuten und 13 Secunden Zeit gebrauche, ehe es auf die Erde kömt, und so lange ist die Soñe schon aufgegangen, ehe wir sie sehen können. Allein obgleich die Lichtstrahlen 8 Minuten 13 Secunden auf diesem Wege zubringen, so gehen sie doch ungemein geschwind. Die Sonne ist von der Erde 24000 halbe Erddiameter entfernet; oder wann ich den halben Durchmesser der Erde zu 860 Meilen rechne, 20 Millionen und sechs hundert und vierzig tausend Meilen. Ein halber Erddurchmesser enthält 19615782 geometrische Fuß, folglich bewegen sich die Lichtstrahlen in der angegebenen Zeit durch 24000 mahl 19615782 geometrische Fuß, oder durch 470,778,768000 geometrische Fuß, welche 20 Millionen und sechshundert und

vierzig tausend Meilen ausmachen. Nun kann man leicht finden, wann die Bewegung beständig gleichförmig ist, wie viel Raum sie in einer Secunde durchlaufen. Sie gehen in einer Secunde 954,926,509 Fuß weit, welches, wann man 22809 Fuß auf eine Meile rechnet, etwas über 41000 Meilen ausmachet. Man setze, daß eine Kanonenkugel mit gehöriger Stärke abgeschossen sei, so findet man, daß sie in einer Secunde 600 Fuß zurücklegt; das Licht beweget sich also 1591,544 mahl oder über anderthalb Millionen mahl geschwinder als eine abgeschossene Kanonenkugel. Dieses übersteiget wiederum alle Einbildungskraft und führet uns zur tiefsten Bewunderung und Ehrerbietung des höchsten Wesens, der dem Lichte diese schnelle Flügel ertheilte.

Vielleicht wünschen einige meiner Leser einen Beweiß über dasjenige zu lesen, was ich Ihnen izt gesaget habe, oder vielmehr, da hier kein förmlicher Beweiß geführet werden kann, doch zu wissen, wie es zugehet, daß die Astronomen dieses haben berechnen können. Ich will mich bemühen, dieses so deutlich zu machen, wie es sich machen läßt, ohne viele Kentniß der Mathematick vorauszusetzen oder sie selbst dabey zu gebrauchen.

(Fig. 1.) Es sei S, die Sonne; BKCDLE, die Laufbahn der Erde; F der Jupiter, der in der Laufbahn PQ gehet. HGN, sei die Laufbahn seines einen Trabanten. G, sei der Trabant, wann

er

er in den Schatten des Jupiters gehet, und H sei der Trabant, wann er aus dem Schatten heraustrit. Die Erde sei in B, wann der Trabant aus den Schatten des Jupiters gehet. Nun folget aus der Lage der Laufbahn, und aus der Bewegung dieses Trabanten, daß man nach 42 Stunden 32 Minuten eine gleiche Austretung sehen müßte, und wann die Erde immer in B bliebe, müßte man im 30 mahl 42 Stunden 32 Minuten, dreißig solcher Austretungen erblicken. Allein die Erde rücket fort; sie sei unterdessen nach C gerücket. Vorher gebrauchte das Licht nur den Weg von H nach B zu gehen; nun muß es noch den Weg von B nach C machen. Wann also die Erde in C ist, und man siehet nach dreißig mahl 42 Stunden 32 Minuten den dreißigsten Austrit noch nicht, so muß man die Zeit, die es noch länger währet, auf den Weg rechnen, den das Licht noch von B bis C zu laufen hat; denn der Weg HC ist um die Länge MC grösser als der Weg HB. Da ich die Länge des Weges MC wissen kann, weil man die Laufbahn der Erde, die Figur und Grösse dieser Laufbahn weiß, so kann ich auch schliessen, daß das Licht so lange Zeit auf dem Wege MC zugebracht habe, als es länger währet, ehe ich nach 30 mahl 42 Stunden 32 Minuten den dreißigsten Austrit aus den Schatten des Jupiters sehe. Weil ferner den Astronomen die Entfernung des Jupiters und seiner Trabanten von der Erde bekannt ist, so können sie aus der Zeit, die das Licht auf dem Wege MC zugebracht hat, die Geschwindigkeit des Lichts wissen,

wenn sie den Raum MC durch die Zeit dividiren und auch auf die Zeit die es auf dem Wege HC zubringet, schliessen. Es sind diese Observationen vielmahls und von den gelehrtesten Männern angestellet worden, und man kann von ihrer Richtigkeit überzeugt seyn. Die Bewegung des Jupiters auf seiner Laufbahn PQ wird hiebei zugleicht mit in Rechnung gebracht, welches ich aber, um nicht undeutlich zu werden, hier nicht mit angeführet habe.

Die Gewißheit dieser Observationen erhält eine neue Stärke durch die Bemerkungen, welche man über die Abirrungen der Fixsterne gemacht hat. Man fand sie nicht auf der Stelle, auf welcher sie seyn solten, wann man das Copernikanische Weltsystem annimt, aber alle Schwürigkeiten fielen weg, so bald man diese Eigenschaft des Lichts entdeckte; und nun wird die Stelle der Fixsterne in Ansehung des Standes den die Erde hat, ganz leichte mit der Lehre von der Bewegung der Erde vereiniget.

Der Weg den die Lichtstrahlen von der Sonne oder dem Jupiter, bis auf die Erde zu laufen haben, ist schon sehr weit, allein er ist nur sehr klein gegen den Weg den ein Strahl aus dem nächsten Fixstern zu laufen hat. Die Sonne war etwas über 20 Millionen Meilen von der Erde entfernet. Es sind Fixsterne, die viel tausend mahl weiter sind, und eine Kanonenkugel, die immer mit gleicher Geschwindigkeit forteilte, würde den Weg dahin nicht in zehn Millionen Jahren endigen. Der Hunds-

stern

stern ist einer der nähesten Fixsterne. Hugenius saget, (*) daß er 27664 mahl weiter sei, als die Sonne. Das ist, wann ich die Entfernung der Sonne 20,000000 Meilen annehme, 553280,000000, oder über fünfmahl hundert tausend Millionen Meilen. Ohngeachtet der schnellen Bewegung des Lichts wird es doch 150 Tage Zeit gebrauchen, ehe es diesen Weg endiget. Das Licht von vielen andern Fixsternen hat über 3 Jahre nöthig ehe es seinen Weg vollenden kann. Nun ist es gewiß, daß die Sterne in der Milchstrasse noch tausend und zwei tausendmahl weiter sind, also sind gewiß Sterne deren Licht zwei tausend und mehrere Jahre Zeit gebrauchet, ehe es auf unsere Erde kömt, und vermuthlich sind viele Sterne, deren Licht wegen des langen Weges so schwach endlich wird, daß es nicht mehr zu unserm Auge kömt, oder wann sie groß genug sind, deren Licht seit der Erschaffung der Welt noch nicht seine Reise vollendet hat, und die unsere Nachkommen erst erblicken werden. Es ist wahr, man verliehret sich und wird schwindelnd, wann man an diese Grösse der Welt, des prächtigen Pallastes Gottes gedenket, und sich selbst dagegen misset. Der menschliche Verstand erschrickt, so wohl bei der Betrachtung des unendlich Grossen, als des unendlichen Kleinen, und wann man von der Grösse der Werke Gottes, auf Gott selber schliesset, wie wahr, wie einleuchtend ist der Gedanke eines Hallers:

Die

(*) Hugen. Cosmoth. pag. 115.

Die schnellen Schwingen der Gedanken
Dagegen Zeit und Luft und Wind
Ja selbst des Lichtes Flügel langsam sind,
Ermüden über dir und hoffen keine Schranken,
Ich häufe ungeheure Zahlen, Gebürge Millionen auf,
Ich setze Zeit auf Zeit und Welt auf Welt zu Hauf
Und wann ich von der grausen Höhe
Mit Schwindeln wieder nach dir sehe
Ist alles dies vermehrt mit tausendmahlen
Noch nicht ein Theil von dir,
Ich zieh Sie ab, und du liegst ganz vor mir.

Allein so schwindelnd der Gedanke über die Grösse der Werke Gottes, und noch mehr über die Grösse Gottes selbst ist, so hat er doch nichts, was uns niederschläget, sondern er beruhiget uns. Der Gott, den aller Himmel Himmel nicht vermögen zu fassen, dessen hohe Eigenschaften der volkommenste Seraph nicht begreifen kann, sorget mit unendlicher Zärtlichkeit für alle Myriaden seiner Geschöpfe, die er alle kennet, und die er alle zum Glücke bestimmet hat. Erhabene und beruhigende Wahrheiten, wovon uns die Regierung und Wohlthaten Gottes volkommen überzeugen. Ich kehre von dieser kleinen Ausschweifung zurück.

(Von der Masse der Lichtstrahlen.)

Wir haben gesehen, daß die Lichtstrahlen unbeschreiblich fein sind, aber sie bleiben doch Materie

und Körper. Sie würken auf unsere Sinnen, und haben auch andere Eigenschaften der Körper. Sie müssen daher auch Masse haben. Diese muß freilich sehr gering seyn. Wir wollen versuchen, ob wir nicht etwas auf ihrer Masse von ihren geschwinden Bewegungen schließen können:

Wir haben gesehen, daß das Licht 1591544 mahl geschwinder gehe, als eine Kanonenkugel. Man setze, die Kanonenkugel wiege 10 ℔. oder 76800 Gran. Nun ist aus der Lehre von der Bewegung bekannt, daß die Masse multiplicirt mit dem Quadrate der Geschwindigkeit die Kräfte anzeiget. Das Quadrat der Geschwindigkeit der Kanonenkugel gegen das Licht ist 1, und das Quadr. der Geschwindigkeit des Lichttheilchens 2533102303926, also kann ich hiedurch die Masse finden, welche ein Lichttheilchen haben müßte, wann es eben die Würkung als eine zehnpfündige Kanonenkugel thun solte. Denn ich schließe: wie sich verhält das Quadrat der Geschwindigkeit des Lichttheilchens zum Quadrat der Geschwindigkeit der Kanonenkugel, so verhält sich die Masse der Kanonenkugel zu der Masse des Lichttheilchens. Wann also ein Lichttheilchen nur $\frac{1}{5298\,5102}$ eines Grans schwer wäre, oder wenn ein Gran in zwei und dreißig Millionen Theile zertheilet würde und ein Lichttheilgen wäre so schwer als einer solcher Theilchen, so würde es eben so viel Gewalt ausüben, wie eine Kanonenkugel von 10 ℔ im vollen Fluge ausübet. Aber die zerbricht die stärksten Mauren, und schlägt dicke Bäume ab;

ein

ein Lichttheilchen hingegen äußert nicht die geringste gewaltsame Würkung; es bringet nur den Saft einer Blume oder Baums etwas in Bewegung. Es muß also ein Lichttheilchen weit leichter als ein 32 Milliontheilchen eines Grans oder Gerstenkorns schwer seyn; und vieleicht wieget ein ganzer Lichtstrahl von der Sonne bis auf die Erde noch keinen Gran.

(Von der Stärke der Lichtstrahlen.)

Das Licht nimt ab, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen, oder wann man die Länge der Entfernung mit einander multipliciret, so zeiget das Produckt, wie viel das Licht schwächer geworden ist. Z. E. wann ich zwei Fuß vom Lichte entfernet bin, so habe ich viermahl weniger Licht als dichte dabei. Wann ich fünf Fuß vom Lichte entfernet bin, so habe ich 25 mahl weniger Licht, als wann ich dichte dabei wäre; bin ich 9 Fuß vom Lichte entfernet, so habe ich 81 mahl weniger Licht.

(Fig. 2.) Es sei in E ein leuchtender Körper. Es fallen von ihm von allen Orten Strahlen aus, und entfernen sich immer weiter von einander, wie die radii eines Cirkels, je weiter sie vom Mittelpunkte kommen, auch immer weiter sich von einander entfernen. Wir betrachten aber jetzt nur die Strahlen, welche die beiden Quadrate CFGD und KHLI treffen. Man siehet aus der Figur, daß einerley Lichtstrahlen beide Quadrate treffen, nemlich der fortgesetzte Lichtstrahl EC erreichet die

Ecke

Ecke des hintersten Quadrats K, so wie er die Ecke des vodersten berührte, und so geschiehet es mit allen Lichtstrahlen, die wir hier gezeichnet haben. Man siehet also daß beide Quadrate von einerlei Lichtstrahlen erleuchtet werden. Die Stärke des Lichts auf beiden Quadraten wird sich also verhalten, wie sich die Grösse beider Quadraten gegen einander verhält; denn es ist ganz natürlich, um so viel das hinterste Quadrat grösser ist, um so viel mehr werden die Lichtstrahlen darauf aus einander gestreuet seyn. Nun verhalten sich aber die beiden Quadrate gegen einander wie EJ Quadrat zu ED Quadrat, oder wie die Quadrate der Länge der Linie EJ zum Quadrate der Länge der Linie ED, diesen Satz müssen ungeometrische Leser mir zu Gefallen glauben, der Geometra beweiset ihn ganz scharf, folglich wird sich auch die Stärke des Lichts auf dem Quadrate KHLJ zu der Stärke des Lichts auf dem Quadrate CFGD, verhalten, wie EJ Quadrat, zu ED Quadrat: oder da das Quadrat KHLJ, um so viel grösser worden, als das CFGD, wie sich die Quadrate der Linien EJ und ED, gegen einander verhalten, so muß auch auf diesen, um so viel grösser gewordenen Quadrate, das Licht so viel schwächer geworden seyn, weil ein so viel grösserer Platz nur mit eben den Lichtstrahlen erleuchtet wird, die das kleine Quadrat erleuchteten.

Es sei die Entfernung ED eins, und die Entfernung EJ noch mahl so weit, oder gleich, zwei. So ist das Quadrat von zwei, viere, und die Fläche

KLHJ wird also viermahl weniger erleuchtet seyn, als die Fläche CFGD. Die Fläche KHLJ ist aber auch würklich viermahl so groß, als die kleine Fläche und die Lichtstrahlen kommen also auch so vielmahl weiter aus einander, und können so viel weniger also erleuchten. Man siehet dieses auf der Zeichnung durch die punktirte Linie, die auf dem hintersten großen Quadrate gezogen sind.

Man kann sich von diesem Satze den der Verstand ganz deutlich einsehen wird, auch durch die Erfahrung überzeugen. Wann man des Abends beim Lichte lieset, so entferne man sich so weit davon, daß man noch kaum lesen kann. Man messe diese Entfernung vom Lichte, und gehe nun nochmahl so weit, als man vorher gestanden hat, so wird man 4 Lichter gebrauchen, wann man eben so deutlich lesen will, gehet man drei mahl so weit, so muß man neun Lichter anzünden, und vier mahl so weit brauchet man 16 Lichter. Man siehet hieraus, daß die Stärke des Lichts abnimt, wie die Quadrate der Entfernung zunehmen. Aus eben diesem Grundsatze folget es auch, daß das Licht zunimt, wie die Quadrate der Entfernung abnehmen. (Fig. 2) Das Anschauen der blossen Figur wird uns davon überzeugen. Das Quadrat CD ist halb so weit entfernet, von E, wo das Licht sich befindet, als das Quadrat JK und das Viereck CFGD, ist daher auch nur ein viertel Theil so groß als das Viereck KLHJ. Nun fallen auf beide gleich viel Lichtstrahlen, folglich müssen die auf dem kleinen Vier-

ecke

ecke viermahl so dichte neben einander seyn, als die auf dem grossen sind, und also muß das kleine Viereck viermahl so stark erleuchtet seyn, als das grosse.

(Von dem verschiedenen Lichte auf den Planeten.)

Nach diesen Eigenschaften des Lichts, wird man die Stärke desselben, auf den verschiedenen Planeten, die zu unserer Sonnenwelt gehören, ziemlich berechnen können. Ich sage nicht ohne Ursache ziemlich, weil die Athmosphären dieser Planeten, Eigenschaften haben können, das Licht zu sammlen, und folglich zu verstärken, die uns unbekannt sind, und daher ein Licht auf ihre Planeten werfen können, daß unsere Rechnung weit übertrift. Da wir aber dieses nicht wissen, wollen wir unsere Berechnung so anstellen, als ob sie in Ansehung des Lichts dasselbe nach eben den Gesetzen als unsre Erde bekämen.

Der Mercur, der näheste Planet an der Sonne ist ohngefehr 7 Millionen Meilen von der Sonne entfernet, wir wollen die Stärke seines Lichts, als die Einheit betrachten, und daraus auf die Stärke des Lichts auf den andern Planeten schliessen. Da er fast drei mahl näher an der Sonne ist als die Erde, so wird er also auch 9 mahl mehr Licht als die Erde haben.

Die Venus ist ohngefehr 14 Millionen teutscher Meilen von der Sonne entfernet. Sie ist also

fast noch mahl so weit als Mercur von der Sonne, und wird viermahl weniger Licht haben als der Mercur; aber 5 mahl mehr Licht als die Erde.

Die Erde ist ohngefehr zwanzig Millionen Meilen von der Sonne entfernet. Ihr Licht ist 9 mahl kleiner als das Licht des Mercurs.

Der Mars ist ohngefehr dreißig Millionen Meilen von der Sonne entfernet. Sein Licht ist über 16 mahl schwächer als das Licht des Mercurs, und über zwei mahl schwächer als das Licht auf der Erde. Jupiter ist von der Sonne 104 Millionen Meilen entfernet, also über 14 mahl weiter als Mercur, und sein Licht wird über 200 mahl schwächer seyn, als das Licht des Mercurs ist, und über 25 mahl schwächer als das Licht der Erde.

Saturn ist 190 Millionen Meilen von der Sonne entfernet, also 29 mahl weiter als der Mercur. Er hat also 841 mahl weniger Licht, als dieser Planet, und über 85 mahl weniger Licht als die Erde.

Man siehet hieraus, daß die Einwohner des einen Planeten auf dem andern schon wegen der Verschiedenheit des Lichts nicht wohnen konnten. Die Einwohner der Erde würden bei der Beschaffenheit der Augen, die sie besitzen, auf dem Mercur wegen des zu starken Lichts blind werden, und auf dem Saturn würde es ihnen nicht helle genug seyn. Ein Saturnite würde auf jedem andern Planeten, wegen des gar zu starken Lichts, nichts se-

hen

hen können. Ich übergehe es, weil es nicht hieher gehöret, daß überhaupt kein Einwohner eines Planeten auf dem andern, wegen der ganzen Einrichtung seines Körpers würde wohnen können, und daß zum Exempel die Einwohner der Erden, auf dem Mercur für Hitze zerschmelzen, und verbrennen, und auf dem Saturn in Statüen von Eiß würden verwandelt werden. Hugenius hat einen artigen Einfall, über das wenige Licht, welches sich auf dem Saturn befindet. Er schliesset daraus, daß die Einwohner desselben Riesen seyn müßten. Sie müssen, sagt er, einen sehr grossen Stern im Auge haben, weil der Stern im Auge bei wenigen Lichte sehr erweitert wird. Zu einen grossen Stern im Auge gehöret auch ein grosses Auge und hiezu, nach den Regeln der Symmetrie, ein grosser Körper, also müssen die Saturniten sehr groß seyn. Der Schluß wäre richtig, wann wir nur erst wüßten, ob die Einwohner des Saturns ein solches Auge, als das unsrige ist, haben; vermuthlich nicht, weil ihr ganzer Körper gewis sehr weit von unserm unterschieden ist; und wie er eigentlich beschaffen sey, werden wir wohl hier auf der Welt nicht erfahren. Indessen folget aus diesen Anmerkungen der gegründete Gedanke, daß alles, was Gott gemacht hat, mit unendlicher Weißheit gemacht ist, und daß, da wir Menschen auf keinen andern Planeten, als auf unserm fertig werden konnten, also nicht von ohngefehr darauf gekommen, sondern durch eine weise Hand darauf gesetzet sind.

(Von den Eigenschaften der Körper die das Licht durchlassen.)

Es ist eine besondere Eigenschaft des Lichts, daß wir einige Körper finden, durch welche das Licht durchfället, als Glas, Wasser, u. d. m. Wir bemerken an allen solchen Körpern die Eigenschaft, daß sie von gleicher Dichtigkeit seyn müssen, sonst werden die Lichttheilgen so oft hin und her gelenket, und auch so viel zurückgeworfen, daß sie nicht zu unsern Augen kommen.

Wasser und Luft sind beide durchsichtige Körper, werden sie aber mit einander vermischet, so daß Schaum daraus entstehet, so werden sie völlig undurchsichtig. Oel und Wasser, sind unvermischt durchsichtig, vermischt wird eine undurchsichtige Salbe daraus. Sie bestehet nun aus Theilen von verschiedener Dichtigkeit. Man wird hieraus leicht folgern, daß es möglich seyn wird, einen Körper durchsichtig zu machen, der vorher dunkel war, wann seine Undurchsichtigkeit bloß aus der verschiedenen Dichtigkeit seiner Theile herrühret; und das ist auch würklich bei verschiedenen Körpern leicht zu bewerkstelligen. Papier ist dunkel und undurchsichtig. Es wird durchsichtig, so bald man es mit Oel bestreichet, und tränket. Das Oel hat mit dem Papiere fast eine gleiche Dichtigkeit. Durch das Oel wird die Luft die in den Poris des Papiers war ausgetrieben. Der Körper wird nun durchgehends fast von gleicher Dichtigkeit also durchsichtig.

(Von

(Von Körpern die das Licht einsaugen.)

Es ist eine andere besondere Eigenschaft des Lichts, daß es sich in einigen Körpern eine lange Zeit aufhalten kann, oder um deutlicher zu reden, es giebt Körper, welche das Licht gleichsam in sich trinken, und welche es so stark in sich behalten, daß sie des Nachts einen hellen Glanz von sich werfen. Es ist bekannt, daß der Bononesische Lichtstein die Eigenschaft hat, daß er, wann er ins Sonnenlicht einige Minuten geleget wird, dasselbe so stark in sich ziehet, und gleichsam trinket, daß er nachher des Abends im Finstern leuchtet; allein es sind noch sehr viele Körper, die diese Eigenschaft in höhern oder geringern Grade besitzen. Sehr viele Dinge aus dem Gewächsreiche, als trockne Pflanzen, Saamen, faules Holz, welche aber alle trocken seyn müssen, haben diese Eigenschaft. Aus dem Steinreiche findet man noch mehrere Körper die im Finstern leuchten, wann sie vorher dem Lichte ausgesetzet gewesen sind. Der Diamant und auch viele calcinirte Steine besitzen diese Eigenschaft, und selbst der Bononesische Lichtstein, wird durch eine Art der Calcination zu der Eigenschaft die er besitzet zubereitet. Ja man hat durch neuere und häufige Versuche gefunden, daß die mehresten Körper auf der Welt das Licht an sich ziehen, und einige Zeit erhalten. Man hat sich einige Zeit in finstern Zimmern aufgehalten, damit alle vorige Empfindung des Lichts aus dem Auge vertrieben und die Pupille genugsam erweitert würde. Man hat solche Vor-

Richtung gemacht, daß man Körper, die man hat untersuchen wollen, einige Zeit dem Sonnenschein oder Tageslichte ausgesetzet hat, und sie ganz schnell wieder in das verfinsterte Zimmer gezogen hat, ohne daß sonst ein Lichtstrahl hat hineinfallen können. Man hat auf die Art gefunden, daß fast alle Körper das Licht an sich gezogen haben. Einige haben lange Zeit, einige nur wenige Minuten, oder auch Secunden das Licht erhalten. Solte nicht der geringe Schein, welchen man auch in der finsterſten Nacht an Gebäuden, Steinen und andern Dingen bemerket zum Theil mit daher rühren, weil diese Dinge das Licht bei Tage eingesogen hätten, und bei Nacht also etwas glänzen, und findet man hier nicht abermahl eine Spur der Weißheit Gottes, die auch in der finsterſten Nacht noch einige Spuren des Lichts zum Besten der Menschen bestimmet hat.

(Von der Inflexion der Lichtstrahlen.)

Ich komme auf eine besondere Eigenschaft der Lichtstrahlen, auf ihre Inflexion. Ein Lichtstrahl ist ein Körper und zwar der leichteste Körper den wir kennen; es ist daher zu vermuthen, daß er von andern schweren Körpern leichte angezogen wird, und das lehret uns auch die Erfahrung. Neuton ließ einen Lichtstrahl durch ein sehr kleines Loch in ein verfinstertes Zimmer fallen; er nahm zwei Messerschneiden, setzte sie so nahe gegen einander, daß sie kaum $\frac{1}{400}$ Theil eines Zolls von einander entfernet waren. Er ließ den Strahl auf die Oefnung, welche die beiden Messerschneiden machten, also fallen,

daß

daß ein Theil auf den Schneiden blieb, ein Theil aber hindurch fallen mußte. Nun fiel der Strahl nicht durch die Oefnung gerade durch, sondern wurde so stark von den Messerschneiden angezogen, daß ein Theil des Strahles nach der einen Seite, der andere nach der andern Seite gezogen wurde, und in der Mitte ein dichter Schatten zurück blieb. (Fig. 3.) Die dritte Figur wird dieses erläutern. Es sei AB ein Lichtstrahl, der durch ein sehr kleines Löchelchen F in ein finsters Zimmer fält. Er falle zum Theil durch die kleine Ritze DE, welche zwischen den beiden Messerschneiden noch offen gelassen ist, so wird der Lichtstrahl nicht den geraden Weg BL, gehen, sondern ein Theil desselben wird nach G, und ein Theil desselben nach F, gezogen werden, und der ganze Raum zwischen BGF, wird dichter Schatten seyn. Man siehet hieraus deutlich, daß der Lichtstrahl von andern Körpern angezogen werde.

Neuton bestätiget diese Eigenschaft des Lichts noch durch verschiedene andere Erfahrungen. Ich will noch eine anführen: er ließ einen Lichtstrahl in ein verfinstertes Zimmer durch ein kleines Löchelchen fallen, welches $\frac{1}{42}$ eines Zolls im Durchmesser hatte, und welches er mit einer feinen Nadel in ein bleiernes Blech gestochen hatte. Er hielt in diesem Lichtstrahl, Strohhalme, Faden, feine Nadeln, und auch ein Haar; er fand daß der Schatten aller dieser Dinge viel breiter war, als er hätte seyn müssen, wann das Licht, an den Rändern dieser Körper in geraden Linien fortgegangen wäre.

Er fand daß ein Menschenhaar, welches $\frac{1}{280}$ Theil eines Zolls breit war, und welches er in der Entfernung von 12 Füssen von dem Loche, wo der Lichtstrahl durchfiel, gestellet hatte, schon 4 Zoll hinter sich einen Schatten von $\frac{1}{60}$ Theil eines Zolls in der Breite machte; also würklich schon mehr als einen 4 mahl breitern Schatten machte, als es selbst breit war. Zwei Fuß hinter dem Haar war der Schatten $\frac{1}{28}$ Zoll breit, und zehn Fuß dahinter hatte schon die Breite vom $\frac{1}{8}$ Zoll; also war der Schatten schon 35 mahl breiter als das Haar selbst. Um sich völlig zu überzeugen, daß nicht die Luft hiezu etwas beitrüge, welche den Lichtstrahl vieleicht ablenkte, befestigte er dieses Haar zwischen zweien gläsern Platten, die er naß gemacht hatte, und fand eben die Erscheinung, ja alle kleinen Risse, die sich im Glase befanden, warfen einen Schatten der viel breiter war, als er hätte seyn müssen, wann das Licht in geraden Linien fortgegangen wäre.

Diese Eigenschaft des Lichts bringet uns auf eine andere, die ausserordentlich merkwürdig ist.

(Von der Brechung der Lichtstrahlen.)

Wann ein Lichtstrahl durch einen durchsichtigen Körper fähret, so gehet er nicht allezeit gerade durch, sondern wird von seinem Wege abgelenket; vermuthlich rühret dieses von der anziehenden Kraft der Körper her. Ich will die Gesetze, welche die Natur hiebei beobachtet, erzählen, ohne mich auf eine weitläuftige Erklärung derselben einzulassen, weil dieses wider die Absicht dieser Betrachtungen ist.

Wann

Wann ein Lichtstrahl aus einer durchsichtigen Materie in eine andere Lothrecht fället, so gehet er gerade durch, ohne von seinem Wege abgelenket zu werden, wenn auch schon beyde von verschiedener Dichtigkeit sind. Es sei AB eine Ebene, welche zwei durchsichtige Mittel (Körper) von verschiedener Dichte von einander sondert. Man siehet davon in der Figur nur eine Linie, und muß sie sich als senkrecht aufs Papier gestellet, vorstellen.

(Fig. 4.) CD ist eine Lothrecht auf sie gezogene Linie EF, ein Lichtstrahl, der mit der Lothrecht gezogenen Linie gleichlaufend auf die Fläche AB, fält. Ein solcher Lichtstrahl mag nun aus einer dichten Materie in eine dünnere Materie, oder aus einer dünnern in eine dichtere fahren, er wird, wann er Lothrecht auffället nicht von seinem Wege gelenket werden, sondern gerade durchgehen. Ganz anders verhält es sich, wann der Strahl schief auffället. Fället er schief auf und kömmt aus einer dünneren Materie, und gehet in eine dichtere, so wird er gegen das Perpendickel hingelenket. Er kommt, zum Exempel aus der Luft und gehet in ein Glas oder ins Wasser, so wird er gegen das Perpendickel gebrochen; kömmt er aber aus einer dichterm Materie und gehet in eine dünnere, so wird er vom Perpendickel weggebrochen. Man sehe die Zeichnung Fig. 5 und Fig. 6 um sich davon einen Begriff zu machen.

(Fig. 5.) Es sei AB eine Ebene, über welcher das eine dünne durchsichtige Materie als Luft und

unter

unter welche eine dichtere, nemlich Glas ist. Der Strahl gehe aus der dünnern in die dichtere. FG ist eine Lothrecht auf diese Ebene gezogene Linie, oder das Perpendickel. DC, ein schief auffallender Lichtstrahl. Er falle bei C, auf. Gienge dieser Lichtstrahl gerade fort, so müßte er nach H hinkommen, allein die Erfahrung lehret es ganz anders; er kommt nicht nach H, sondern er wird bei C von seinem Wege abgelenket, und kömmt nach E, er wird also gegen das Perpendickel gebrochen.

(Fig. 6.) Es sei AB abermahls eine Ebene, die ein dünneres und dichteres Mittel von einander scheidet. Die obere z. E. sei Glas, und die untere Wasser. FG ist das Perpendickel; DC der Lichtstrahl; C, der Einfalspunkt. Nun solte der Lichtstrahl DC, wann er nicht vom Wege abgelenket würde, nach H, kommen; aber da er aus einer dichtern Materie in eine dünnere übergehet, wird er mehr vom Perpendickel weggelenket, und gehet den Weg CE.

Ich füge ein Experiment hinzu, wodurch man sich hiervon ganz leichte überzeugen wird.

(Fig. 7.) Man nehme ein hölzernes Gefäß, ABCD, und lege in dasselbe bei E einen Stein, Stücke Geld, oder dergleichen Dinge, welche nicht schwimmen, sondern auf dem Boden liegen bleiben. Man gehe so weit zurück (hier in der Fig. bis O,) bis man den Stein wegen des Randes des Gefässes nicht mehr sehen kann; daß man ihn aber nicht mehr

sehen kann, rühret daher, weil der Lichtstrahl EH, welcher der äußerste ist, der nach O kommen könnte, durch die Wand des Gefässes bei H aufgehalten wird, weil die Lichtstrahlen sich in graden Linien bewegen. Es fallen zwar von jedem Punkte des Körpers E, Lichtstrahlen nach allen Gegenden, aber die berühren das Auge nicht, sondern gehen alle vorbei. Zum Exempel; der Lichtstrahl EG gehet nach L und also das Auge vorbei. Man bleibe in O, und lasse den Zuber voll Wasser giessen; so wird man den Stein E zu sehen bekommen. Der Strahl EG, der von ihm ausfähret, solte eigentlich nach L fahren, weil er aber, wann er aus dem Wasser, in die Luft fähret, aus einer dichtern durchsichtigen Materie, in eine dünnere übergehet, so wird er vom Perpendickel FG, weiter weggebrochen, und gehet nach O. Allein weil wir alles was wir sehen, nach geraden Linien sehen, oder vielmehr beurtheilen, als ob es in einer geraden Linie vor uns wäre, so wird uns der Stein nicht im E, sondern in I, zu seyn scheinen. Man siehet hieraus, daß eine Sache niemahlen im Wasser da lieget, wo sie uns zu liegen scheinet, sondern, daß sie weit niedriger liege, und daß man also, wann man einen Fisch im Wasser schiessen wolte, niemahlen gerade auf ihm, sondern unter ihm wegzielen müsse.

Auf die Lehre von der Brechung der Lichtstrahlen, beruhet die ganze Lehre, von den geschliffenen Gläsern und den Eigenschaften derselben.

(Von Brechung der Lichtstrahlen durch geschliffene Gläser.)

Die geschliffene Gläser sind entweder hohl oder erhaben. Sie können auf unendliche Art verschieden seyn, weil man sich unendlich verschiedene krumme Linien gedenken kann; ja wenn wir bloß sphärische Gläser nehmen, so können sie unendlich verschieden seyn, weil ich unendlich viele Sphären mir gedenken kann, da eine immer grösser oder kleiner, als die andere ist.

Wir müssen die Lichtstrahlen, welche auf die Gläser fallen, allezeit als gleichlaufend ansehen, weil ihr Weg den sie von der Sonne zu machen haben, sehr lang ist; man beweiset es in der Optick, daß wann die Entfernung des Punktes, aus welchem die Lichtstrahlen herkommen, 2 Millionen mahl länger ist, als die Sache, welche erleuchtet wird, lang ist, daß man alsdann die Lichtstrahlen volkommen als gleichlaufend betrachten kann. Man kann weit eher ohne Irrthum die Saamenstrahlen als gleichlaufend betrachten, da ihre Entfernung gegen die Grösse der Dinge, welche sie auf der Erde beleuchtet, unendlich vielmahl mehr beträget. Vielleicht siehet man diesen Satz schon aus der 8. Fig. sinnlich ein. (Fig. 8.) Es sei X ein Punkt, aus welchem Lichtstrahlen fallen, und AB ein Gegenstand der erleuchtet wird. Die Länge AB ist in der Weite AX ohngefehr 29 mahl enthalten, und doch scheinen die Strahlen, zumahlen, wann man die hin-

hinterste Hälfte der Figur von X an bedecket, fast parallel zu laufen, und unter rechten Winkeln auf AB zu fallen. Wir können also, ohne einen Irrthum zu begehen, die Sonnenstrahlen die auf die Körper fallen, als parallel, oder gleichlaufend betrachten, zumahl da der gröste Theil derselben, der auf einen gewissen Ort der Erde fällt, im strengsten Verstande gleichlaufend ist. Dieses vorausgesetzet, wollen wir von der Theorie der geschliffenen Gläser leichtlich einige Begriffe ertheilen. Wir reden nur von sphärischen Gläsern, weil es unendlich schwer ist, andere krummlinigte Flächen auf Gläser, (als zum Exempel parabolische Flächen), zu bringen, man benennet die Gläser nach den Kugeln, wovon sie Abschnitte sind. (Fig. 9.) Es sei ACBD der Durchschnitt einer Kugel mit der Fläche des Papiers deren Durchmesser AB 4 Fuß hätte, so wird ein jedes Glas, dessen Oberfläche eben die krumme Linie hat, als EAF ist, oder dessen Oberfläche eben die krumme Fläche hat, als ein Abschnitt dieser Kugel haben würde, ein Glas von 4 Fussen genennet werden, ohngeachtet es nur wenige Zolle breit seyn kann. Ist es hohl geschliffen, daß eben solcher Cirkelschnit darein passet, so heisset es ein hohles Glas von 4 Fussen. Die Art und Weise, wie die Gläser geschliffen werden, ist so bekannt, daß ich nichts davon sagen darf. Wir wollen nun untersuchen, welchen Weg die Lichtstrahlen nehmen werden, wann sie auf erhabene, oder auf hohl geschliffene Gläser fallen. Man kann dieses genau bestimmen, weil man aus der Erfahrung

rung die Verhältniß des Sinus, des Einfälswinkels zum Sinus des Refractionswinkels weiß; doch dieses ist vor solche Leser nicht, denen ich diese Betrachtung widme; ich will ihnen nur algemeine Begriffe geben. (Fig. 10.) Es sei AB, der Durchschnitt eines auf beiden Seiten erhabenen Glases; DK, EI, und FG sollen Lichtstrahlen seyn, die parallel darauf fallen. Wir betrachten erst den Strahl DK, wann der Strahl aus der Luft, als einer dünnern Materie ins Glas, als eine dichtere Materie kömmt, so wird er gegen das Perpendickel gebrochen, das Perpendickel oder die Lothrechte Linie auf K ist LK, weil es der radius aus C ist, und auf einen Cirkelschnitt keine andere gerade Linie unter einen rechten Winkel als der radius kann gezogen werden. Der Strahl DK, wann er aufs Glas in K fält, gehet also nicht gerade fort, sondern wird ohngefehr um ein drittel des Winkels DKL, näher nach LC, als den Perpendickel gebracht, er kömmt also nach N, von da muß er nun in die Luft gehen. Gienge er den Weg, den er im Glase angefangen hat, so käme er nach R, allein so bald er aus dem Glase in die Luft, als eine dünnere Materie kömmt, wird er vom Perpendickel weggebrochen. Der Perpendickel ist hier NM, er kömmt also nach C, wann beide Flächen des Glases aus einer Schaale geschliffen sind. Dieses ist aber der Mittelpunkt der Kugel, woraus der Bogen AIB gezogen ist. Der untere Strahl FG, gehet eben die Wege, und kömmt gleichfals zum Mittelpunkt C, der mitlere Strahl EI gehet gerade

und

und ungebrochen durch, weil er mitten auf die Axe des Glases gefallen, also nach einer Seite so viel als nach der andern gezogen wird. Alle diese Lichtstrahlen kommen in einen gemeinschaftlichen Punkt in C zusammen, der bei einem Glase, welches auf beiden Seiten einerlei Cirkelkrümme hat, allezeit die Länge des radius, der Kugel ist, wovon es einen Abschnit ausmachet. Und bei einem Glase, welches unten flach und oben nur sphärisch ist; allezeit die Länge des Diameters der Kugel machet, wovon die obere Ründung ein Abschnit ist.

Man siehet hieraus, wie es zugehe, daß die Brenngläser etwas anzünden können; alle Strahlen, welche auf die Oberfläche eines solchen Glases fallen, werden durch die Brechung in einem Punkte hinter dem Glase gebracht, wann sonst das Glas richtig und gut geschliffen ist. Sie werden also sehr verdichtet, und folglich ihre Hitze vermehret; und zünden daher. Man wird leicht daraus folgern, daß also ein Brennglas desto stärker zünden wird, je grösser es ist, und das geschiehet auch würklich. Man hat durch grosse Brenngläser erstaunende Würkungen verrichtet, und Gold, Stein, Amianth, und viele andere harte Sachen in wenig Minuten ja sogar Secunden in Asche und Glas verwandelt. Ich übergehe vieles andere, was sich von der Brechung der Strahlen durch erhabene Gläser hier etwa noch anbringen liesse, weil es diese Betrachtungen zu weitläuftig machen würde.

Wann die Lichtstrahlen durch hohl geschliffene Gläser fallen, so werden sie nicht gesamlet, sondern zerstreuet. Es folget dieses aus eben den Gesetzen. (Fig. 11.) Es sei AB ein hohlgeschliffen Glas. Die Strahlen KI, ED, und GF fallen parallel auf. Der Strahl DE gehet gerade durch, weil er unter einen geraden Winkel, mitten auf die Axe durchfält, alle andere müssen nothwendig schief fallen. Der Strahl KI wird nach den eben erwehnten Gesetzen gegen das Perpendickel KL gebrochen und kömmt also nach N, da kömmt er wieder in die Luft, wird vom Perpendickel MN weggebrochen, und kömmt also nach O, eben so kömmt der Strahl FG nach Q und man siehet schon aus der Zeichnung, daß sie immer weiter aus einander fahren. Im dritten Kapitel, wann ich vom Sehen selbst handle, werde ich aus diesen Grundsätzen die Theorie des Tubus, der Microscope und Brillen deutlich machen. Dieses, was ich izt gesaget habe, gilt nur von Gläsern, deren Flächen auf beiden Seiten einerlei Krümmung haben. Bei Gläsern, die auf jeder Seite eine verschiedene Krümmung haben, ist der Weg des Lichtstrahls etwas anders. Indessen gehet er doch nach eben den Gesetzen; nur ist sein Brennpunkt nicht in der Länge des radius vom Glase entfernet, sondern entweder weiter oder näher. Ueberhaupt sind die geschliffenen Gläser, entweder auf einer Seite erhaben, und auf der andern plan; oder auf beiden Seiten erhaben, von gleichen Krümmungen, oder von verschiedenen. Ferner, auf einer Seite hohl, und

auf

auf der andern plan, oder auf beiden Seiten hohl, von einerlei, oder von verschiedenen Krümmungen, oder auf einer Seite erhaben, und auf der andern hohl, welche man meniscos nennet. Da ich hier nur die ersten Gründe der Brechung der Lichtstrahlen, nach der Absicht dieses Buches berühre, so würde es zu weitläuftig seyn, von jeder Art dieser Gläser eine Zeichnung zu machen, ohne welche der Weg des Lichts nicht verständlich werden würde, und was ich izt gesagt habe, ist auch zureichend, Begriffe von der Brechung der Lichtstrahlen zu geben, und die Theorie der bekanntesten und gewöhnlichsten optischen Instrumente zu erklären.

(Von der Zurückprallung der Lichtstrahlen.)

Wann ein Lichtstrahl auf einen undurchsichtigen Körper kömmt, so wird er zurückgeworfen, nun wird er zwar von allen Körpern zurückgeworfen, allein je glänzender die Oberfläche ist, desto lebhafter ist auch die Reflexion. Man hat durch Erfahrung ausgemacht, daß der Lichtstrahl allezeit unter eben dem Winkel zurückgeworfen wird, unter welchen er aufgefallen war. (Fig. 12.) Es sei AD, der Durchschnitt eines Spiegels, die Ebene des Papiers in der Figur stehe senkrecht, und sey ferner BC ein auffallender Lichtstrahl, in dieser Ebene C der Punkt, wo er auffället, so wird er von C nach E in dieser Ebene zurückgeworfen werden, so daß der Winkel ACB eben so groß als der Winkel

DCE seyn wird. Wann man ein Zimmer verfinstert, und durch ein sehr kleines Loch ein Sonnenstrahl auf einen Spiegel fallen lässet, so kann man dieses Gesetz der Natur, mit vielen Vergnügen vollführet sehen. Man kann sich auch hievon auf noch eine andere Art überzeugen. (Fig. 13.) Man nehme einen flachen Spiegel DG, lege ihn horizontal nieder, und setze einen halben Cirkel darauf, DEFG, den man etwa aus Pappe geschnitten hat, man nehme auf den halben Cirkel gleiche Weiten von D nach E, und von G nach F, ziehe aus C den Mittelpunkt des Cirkels eine Linie, oder einen Faden, der über E, accurat gehet, und sehe, wo der in gerader Linie hinkommt, daselbst stelle man ein kleines Object. Man ziehe aus C, über F, abermahl einen Faden, und wo der hinkommt stelle man sein Auge, es ist hier in der Figur in O. Nun wird man in dem Spiegel in dem Punkte C, das in A gestelte Object von O aus recht deutlich sehen, so bald man aber den Punkt C, bedecket, so wird das Object im Spiegel unsichtbar werden, wann man in O das Auge lässet; und dieses giebet einen sichern Beweiß, daß der Einfalswinkel den Reflexionswinkel gleich sei, oder, daß der Winkel DCE gleich sei dem Winkel GCF. Alle Körper, welche vom Lichte erleuchtet werden, werfen die Lichtstrahlen zurück, und zwar da sie aus unendlich vielen unebenen Flächen bestehen, so werfen sie selbige auch an unendlich viele Oerter, und man kann daher eine Sache an unendlich vielen Punkten sehen. Und diese Eigenschaft des Lichts, daß es von allen Körpern

zurück-

zurückprallet, ist die Ursache, daß wir die Körper sehen können, und ein neuer Beweiß der klugen Einrichtung Gottes, welche das Auge und Licht für einander gebauet hat. Je polirter und glatter der Körper ist, auf welchem das Licht fället, je lebhafter wird es von ihm zurückgeworfen; allein, alsdenn auch nur an einem Orte, man siehet, daß dieses gleich daraus folget, weil das Licht unter eben dem Winkel zurückgeworfen wird, unter welchen es auffället; und die Erfahrung lehret es uns, daß wann man einen Spiegel gegen die Sonne hält, das Sonnenlicht, das auf ihm fället, nur an einen Ort durch einen hellen Fleck reflectiret wird. Nun ist freilich kein Spiegel eine volkommen ebene Fläche. Gegen die Theilchen des Lichts sind seine Erhöhungen und Vertiefungen gewiß Alpengebürge, ohngeachtet er uns mit natürlichen Augen ganz eben zu seyn scheinet. Wäre er eine volkommen ebene Fläche, so müßten alle auf ihm fallende Lichtstrahlen, nur an einem Ort gleichlaufend geschicket werden, und man müßte ihn sonst keinerwärts sehen können, allein, so uneben er auch noch ist, so liegen doch seine mehrsten Theile in einer ebenen Fläche, und er wirft daher die Lichtstrahlen, für unser Auge lebhaft genug zurück.

Aus eben diesem Gesetze, daß das Licht unter eben dem Winkel wieder zurückgeworfen wird, als es aufgefallen ist, folget die Theorie aller Spiegel, der flachen, der erhabenen und der hohlen. Es würde zu weitläuftig seyn, sie alle zu betrachten;

wir wollen nur etwas von den flachen, und sphäri-schen Spiegeln sagen. Die Lichtstrahlen müssen nach diesen Gesetzen, so viel auch auf einen flachen Spiegel fallen, immer gleichlaufend unter einander seyn, weil sie alle unter einerlei Winkel auffallen. (Fig. 14.) Es sei AB der Durchschnitt eines ebenen Spiegels, oder man betrachte diese Linie, als eine Linie von der Fläche des Spiegels CD, EF, GH, Lichtstrahlen, die alle parallel auffallen; sie wer-den nach diesen Gesetzen alle nach IK, L, auch pa-rallel reflecktiret werden. Wie es sich sich aus der Zurückprallung der Lichtstrahlen erklären lässet; daß man sich im Spiegel siehet; daß man sich so groß, als man ist, und so weit man vor dem Spie-gel stehet auch hinter dem Spiegel siehet, werden wir im 3ten Kapittel, bei der Theorie des Sehens erklären.

Ein Hohlspiegel wirft nach eben den Gesetzen die Strahlen zurück, aber darum kommen sie in einem Punkt zusammen. (Fig. 15.) Es sei AB ein Cirkelbogen aus dem Mittelpunkt C beschrieben. Man lasse die Figur CAB sich um dem Radius CK drehen, so beschreibet der Bogen BA die Fläche eines Hohlspiegels von der innern hohlen Seite und eines Convexen von der äussern erhabenen Seite. Die Figur stellet nur den Durchschnitt des Spiegels mit der Ebene des Papiers vor, und es ist gnug blos die Strahlen zu betrachten, welche auf einem solchen Durchschnitte fallen, dergleichen man unzählige auf den Spiegel machen kann. CK,

sey

sey die Axe des Hohlspiegels, der Strahl, der in K, auffället, prallet auch gerade zurück; er ist unter geraden Winkel aufgefallen, alle andere prallen unter eben dem Winkel ab, worunter sie aufgefallen sind. Die Strahlen EH, DI, ~~CK~~, EL, FM, die alle parallel auffallen, werden daher unter andern als rechten Winkeln auffallen, und auch unter eben den Winkeln zurückgeworfen werden. Aber man sehe die Figur an, wo der Einfall und Reflexionswinkel gleich gemachet sind, so wird man finden, daß sie alle nach einem Orte hinkommen, und dort in einem Punkte sich versamlen. Dieser Punkt ist fast um die Hälfte des radius von dem Spiegel entfernet, und heisset der Brennpunkt, in diesem Punkte werden alle Strahlen also versamlet, die wie LE von allen möglichen Cirkelschnitten des Spiegels, davon AB einer ist, zurückprallen, oder alle auf alle Punkte des Hohlspiegels fallende Lichtstrahlen kommen nach ihn. Wann ein solcher Spiegel in die Sonne gehalten wird, so muß nothwendig eine abscheuliche Hitze in dem Brennpunkte entstehen, weil alle Strahlen da versamlet werden, und man hat aus der Erfahrung die erstaunendsten Würkungen gesehen, welche durch die Brennspiegel hervorgebracht sind. Sie haben alles geschmolzen, und in Asche verwandelt; ja Rubinen und Diamanten zersplittert und calciniret, und Dinge, die der grösten Gewalt eines Feuers aus Holz oder Kohlen viele Wochen, ja Jahre widerstehen, schmelzen in dem Brennpunkt eines Brennspiegels, der kaum eine Elle im Durchmesser hat, in wenig Se-

cunden. Man erzählet von Archimedes, daß er bei der Belagerung von Syracus, die Schiffe der Feinde mit grossen Brennspiegeln angezündet habe. Dieses können keine Brennspiegel gewesen seyn, weil keine menschliche Kunst einen Brennspiegel verfertigen kann, dessen Brennpunkt nur einen Flintenschuß weit ist, vermuthlich hat er Planspiegel dazu gebrauchet, und ich entsinne mich, gelesen zu haben, daß man in Frankreich viele Stücken Planspiegel in solche Ordnung und unter solchen Winkeln gesetzet habe, daß sie alle ihren Schein auf einen Ort geworfen haben, und dadurch eine hölzerne Wand, die zweihundert Schritt entfernet gewesen, angezündet habe.

Der erhabene Spiegel samlet die Strahlen nicht, sondern er zerstreuet sie. Ich will dieses abermahl durch eine Figur erläutern. (Fig. 16.) Es sei A B ein erhabener Spiegel aus dem Centro C, gezogen. Die auf ihm parallel fallende Lichtstrahlen sind GD, KI, ML, wann sie unter eben dem Winkel abprallen, da sie aufgefallen sind, so prallet der Straht KI, gerade zurück, denn er ist gerade aufgefallen. DG aber gehet nach H, und LM, gehet nach N; wäre der Spiegel hohl, und die Strahlen wären von der andern Seite gekommen, so wären sie alle nach F gekommen. Diesen Punkt, den man sich bei dem erhabenen Siegel in Gedanken vorstellet, wird der eingebildete Brennpunkt des Spiegels genennet. Wie sich die Bilder so wohl im erhabenen, als in Hohlspiegeln entwerfen, werden wir im 3ten Kapittel zeigen.

(Von

(Von dem Lichte, das von den Planeten zurückgeworfen wird.)

Alles Licht, welches wir von dem Monde, und von den Planeten erhalten, welches letztere sehr wenig ist, erhalten wir durch die Reflexion der Lichtstrahlen. Wir wollen vorzüglich unsere Betrachtungen auf das Mondenlicht richten. Der Mond ist ein dunkler Körper, ohngefehr 50000 Meilen von der Erde, welcher von der Sonne erleuchtet wird, und sein Licht wieder auf die Erde zurückwirft. Er ist sehr rauh und uneben, und hat auf seiner Oberfläche viele Berge und Thäler, wie man durch Beobachtungen bemerket hat, und das ist in Ansehung des Lichts, welches er auf unsere Erde zurückschicket, sehr nützlich. Wäre der Mond ein vollkommen glatter Körper, so würde er die Lichtstrahlen so zurückwerfen, wie sie ein erhabener Spiegel zurückwirft. Wenn man einen erhabenen Spiegel gegen die Sonne hält, so siehet man bloß an einem Orte das Sonnenbild in ihm, und man siehet ihn nicht über und über glänzend; eben so würde auf dem Monde sich auch das Bild der Sonne nur an einem Orte entwerfen, der sich aus dem Orte des Auges, der Sonne, und des Mondes finden lässet; alle übrigen Oerter des Mondes würden an den gegebenen Ort kein Licht schicken. Da aber der Mond eine so unebene Fläche hat, so kann man seine Oberfläche als unzehlig viele kleine Spiegel, in unzähligen Lagen betrachten, deren jeder Licht auf die Erde schicket, und der Mond leuchtet uns also besser,

da er eine unebene Oberfläche hat, als er uns leuchten würde, wann er volkommen glatt wäre. Die Erfahrung lehret es uns, daß das Mondenlicht viel schwächer sei als das Licht, welches wir von der Sonne empfangen; dieses rühret daher, weil viele Strahlen von den flüßigen Theilen im Monde gleichsam verschlucket, viele auch so zerstreuet werden, daß sie auf unsere Erde nicht kommen.

Herr Bouguer, ehemahliger Professor in Croisic hat durch Versuche gefunden, daß das Mondenlicht, beim vollen Monde, dennoch 300000 mahl schwächer ist, als das Sonnenlicht (*). Er verfinsterte ein Zimmer, und ließ durch eine kleine Oeffnung einer Linie breit, in welcher er ein Hohlglas setzte, um die Strahlen zu zerstreuen, einen Sonnenstrahl fallen. Sechs Fuß hinter dem Glase nahm dieser Lichtstrahl einen Platz ein, dessen Durchmesser 108 Linien war; folglich war das Licht daselbst 11664 mahl schwächer als auf dem Glase; denn so viel war der Platz grösser als das Glas, und er wurde doch durch nicht mehr Lichtstrahlen erleuchtet; denn die Cirkelflächen verhalten sich, wie die Quadrate ihrer Durchmesser, und 108 quadriret, machet 11664 Quadratlinien aus. Er verglich dieses Licht, mit dem Lichte einer Kerze, und er fand, daß er sie 16 Zoll von einem weissen Papiere wegsetzen mußte, wann beide Helligkeiten auf dem Papiere, die von der Kerze, und die von der Sonne gleich seyn solten. Er ließ den Vollmond an eben dem

(*) Bouguer gradat. de lumiere lib. 1. Sect. 2. pag. 85.

dem Tage, eben die Höhe am Himmel erreichen, als die Sonne hatte, da er ihre Strahlen durchfallen ließ. Er ließ nun einen Lichtstrahl vom Monde, durch eben das hohle Glas fallen, und fand, daß sein Licht so schwach war, daß er es ganz nahe beim Glase auffangen mußte, wo der Durchmesser seiner Zerstreuung erstlich 8 Linien war, und es folglich nur 64 mahl schwächer war, als auf dem Glase. Er mußte eine Kerze funfzig Fuß weit entfernen, um ein völlig gleiches Licht zu erhalten. Der Mondenstrahl war also, da er 64 mahl schwächer war, aufgefangen worden und der Sonnenstrahl, da er 11664 mahl schwächer war. Beim Mondenstrahl mußte das Licht 50 Fuß entfernet werden, und beim Sonnenstrahl nur 16 Zoll. Er schloß hieraus ganz richtig, daß, wann er das Mondenlicht auch 11664 mahl verringern wolte, so müßte er die Kerze 675 Fuß weit wegrücken, welches 8100 Zoll ausmachet. Er mußte nun aus den verschiedenen Entfernungen bey der Wachskerzen einen Schluß auf die Verschiedenheit des Monden- und Sonnenlichts machen zu können, die Wachskerze, die er beim Mondenlichte gebrauchte, so weit entfernen, daß sie ihm keinen hellern Schein gab, als wann er das Mondenlicht auch 11664 zerstreuet hatte; dieses konnte er nicht aus der Erfahrung finden, weil das Licht unbemerkbar würde geworden seyn. Er mußte es durch Rechnung suchen. Er konnte so schliessen: das Licht der Kerze, welche 50 Fuß weit entfernet ist, ist dem Mondenlicht gleich, das 64 mahl schwächer ist als auf dem Glase,

allein es soll 11664 mahl schwächer seyn, oder $182\frac{1}{4}$ mahl schwächer, als 64, welches wann ich $182\frac{1}{4}$ in einen Bruch setze, $\frac{729}{4}$ ist, also $\frac{729}{4}$ mahl solte das Licht schwächer seyn als 64, da nun das Licht abnimmt, wie die Quadrate der Entfernung zunehmen, so ist nur nöthig aus $\frac{729}{4}$ die Quadratwurzel auszuziehen, und diese Wurzel mit der ersten Distanz 50 Fuß zu multipliciren, so kömmt die verlangte Entfernung der Kerze heraus, welche nöthig ist, ein Licht hervorzubringen, das 11664 mahl schwächer war als das Mondenlicht auf dem Glase. Dieses ist 675 Fuß, denn die Quadratwurzel aus $\frac{729}{4}$ ist $13\frac{1}{2}$, dieses mit 50 multiplicirt giebt 675, welches 8100 Zoll machet; nun wußte er wie weit beyde Kerzen entfernt seyn mußten, wenn sie beyde einen 11664 mahl geschwächten Sonnen- und Mondenlicht gleichen solten, da nun also das 11664 geschwächte Sonnenlicht einem Lichte gleichet, welches 16 Zoll von mir entfernet ist, und das 11664 mahl geschwächte Mondenlicht einem Lichte, welches 8100 Zoll entfernet ist, so verhalten sich also auch die beiden Lichtstrahlen des Mondes und der Sonne so gegen einander, wie die Quadrate von 8100 und 16, oder wie 65610000 zu 256. Das Sonnenlicht erleuchtet uns also 256289 mahl mehr als das Mondenlicht. Oder, wann ich 16 als die Einheit betrachten will, so ist also die Wachskerze die 8100 Zoll weit weg stehet $506\frac{1}{4}$ mahl weiter als die andre, denn $\frac{8100}{16}$ ist $506\frac{1}{4}$; oder welches gleich ist $\frac{2025}{4}$ mahl weiter entfernet, als die andere. Da nun das Licht abnimmt, wie die

Qua-

Quadrate der Entfernung zunehmen, so muß dieses $2025/4$ quadratmahl einen schwächern Schein geben, als jenes. Dieses ist $4100625/16$ oder 256289. Dieses Licht stellet den Mond vor und jenes die Sonne. Also das Mondenlicht ist 256289 schwächer als das Sonnenlicht. Er wiederholte diese Versuche öfters und nahm daraus die mitlere Zahl, daß das Sonnenlicht 300000 mahl stärker sei, als das Mondenlicht. Das Mondenlicht kann daher auch nicht die geringste Wärme geben; wenn es auch durch ein Brennglas fiele, welches im Brennpunkte die Strahlen 1000mahl näher zusammen bringet, so wäre es doch noch 300 mahl schwächer als die blossen gerade auffallende Sonnenstrahlen, und man hat gefunden, daß es durch ein Brennglas verengert, und auf die Kugel eines Thermometers gelenket, nicht das geringste Steigen im Thermometer verursachet hat. Der Mond empfänget gleichfals von unser Erde Licht, aber weit stärker, als wir von ihm empfangen. Denn die Erde hat fast 14 mahl mehr Oberfläche als der Mond, und er wird folglich auch 14 mahl mehr Licht von ihr empfangen. Von den übrigen Planeten empfangen wir auch wohl etwas Licht, allein sehr wenig, und von uns empfangen sie noch weniger.

Herr Euler (*) zeiget, daß weit über 15 Millionen Fixsterne nöthig wären, um eben ein solches helles Licht auf die Erde zu werfen, wie die Sonne uns zuschicket. Hiebei würde noch erfodert, daß

alle

(*) Histoire de l'academie Royale de Berlin année 1750.

alle diese Sterne an einem Orte versamlet, alle von der ersten Grösse wären, und jeder ein so starkes Licht als die Sonne hätte, und daß auf den unbegreiflich weitem Wege, den ihre Lichtstrahlen zu gehen haben, sie keinen Abgang litten. Da alle diese Bedingungen nicht statt finden, so kann man daraus schliessen, wie unbegreiflich groß die Anzahl der Fixsterne seyn müßte, wann sie auch alle so groß als die Sonne wären, und auch alle ein eben so helles Licht hätten, wann sie uns eben so helle als die Sonne leuchten solten.

Herr Bouguer hat gezeiget, wie aus dem, was ich eben weitläuftig angeführet habe, leicht zu ersehen ist, daß das Licht der Sonne sich zum Lichte einer Wachskerze, die 16 Zoll entfernet ist, verhalte, wie 11664 zu 1. Man nehme nun für das Licht der Sonne 1 Billion an, statt der 11664, die hier genommen sind. Es wird einerlei Verhältniß bleiben, wann ich alsdenn das Licht der Kerze 85734000 rechne. Denn 11664 : 1 = 1000,000,000,000: 85734000; man nimmt darum diese grosse Zahlen, damit die Rechnung dadurch nachher deutlicher werde; es kömmt bei den kleinern Verhältniß 11664 : 1, sonst eben das heraus. Also: das Sonnenlicht verhält sich zum Lichte einer Wachskerze, deren Durchmesser der Flamme ohngefehr $\frac{1}{2}$ Zoll ist, wie 1 Billion zu 85734000, wann das Licht 16 Zoll entfernet ist, daraus folget: wann das Licht 12 Zoll oder unter einen Fuß weit entfernet wird, wird seine Klarheit seyn, 152416000.

Dann

Dann da die Stärke des Lichts sich verhält, wie die Quadrate der Entfernung verkehrt genommen, so kann ich schliessen 12 Quadrat: 16 Quadrat = 85734000 : 152416000. Hieraus kann man schliessen, wie viele Wachslichter man anzünden müßte, wann man in einem Zimmer in der Entfernung von einem Fuß, ein eben so starkes Licht als das Sonnenlicht ist, hervorbringen wolte, man müßte 6560 solcher Lichter anzünden. Es folget dieses abermahl aus der Proportion 152416000: 1000,000,000,000 = 1 : 6560, und diese Lichter müßten dichte zusammen stehen. Wann man 2 Fuß davon entfernet ist, so muß man 26240 Lichter haben, man siehet hieraus, daß es ganz ohnmöglich ist, ein Zimmer so helle zu machen, als es am Tage beim Sonnenschein ist. Denn wann man z. E. in einem Saale zehntausend Wachslichter anzündete, und zwar an einem Orte, so würde in der Entfernung von 10 Fuß das Licht 152416000000 Klarheit haben, und also noch 65 mahl schwächer als das Sonnenlicht seyn.

Die Erleuchtung, welche die andern Planeten geben, ist erstaunend schwach. Es würde viel zu weitläuftig seyn alle die Gründe anzuführen, und zum Theil würde es auch nach der Absicht dieses Buchs nicht einmahl geschehen können, woraus Herr Euler die Verhältnisse ihres Lichts zu einem brennenden Wachslichte zeiget.

Ein einziges Wachslicht in der Entfernung von $7\frac{1}{2}$ Fuß, oder 4 Wachslichter in der Entfernung

von 15 Fuß gebe ein eben so starkes Licht, als der volle Mond. Wann die Venus in ihrer stärksten Klarheit ist, wird sie der Flamme eines Wachslichtes gleichen, das 421 Fuß weit entfernet ist; und ein Licht das 1620 Fuß entfernet ist, scheinet eben so helle als der Jupiter, wann er der Sonne entgegen stehet. Man kann hieraus auch begreifen, warum man die Sterne nicht am Tage sehen kann.

Das Licht der Venus, ist so helle bey Nacht, als ein auf 421 Fuß weit entferntes Wachslicht. Man stelle ein angezündetes Wachslicht 421 Fuß weit am hellen Tage von sich weg. Man versuche, ob man seinen Schein erblicken wird; kann man seinen Schein entdecken, so wird man auch die Venus am hellen Tage am Himmel sehen, wann sie in ihrem stärksten Lichte ist, und dieses geschiehet auch würklich zuweilen, allein die Venus ist auch der helleste Stern am Himmel. Indessen dienet doch des Licht der Planeten, so schwach es auch ist, dazu, daß wir sie sehen, und ihre Bewegung bemerken können. Nicht alle Einwohner der Planeten werden dieses von unser Erde bemerken können. Einige werden sie kaum sehen können.

Im Jupiter wird sie als ein sehr kleiner Stern erscheinen, den nur ein Astronome siehet, und im Saturn wird sie auch nur kaum für einen Astronomen sichtbar seyn. Die andern Planeten werden sie bemerken, und einigen wird sie ganz helle, und ansehnlich scheinen.

(Von

(Von den Farben.)

Wir fahren fort, in unsern Betrachtungen über das Licht, und erklären nun, wie es die Farben verursachet. Neuton, der unsterbliche Neuton hat uns zuerst eine genauere Theorie der Farben gelehret. (*)

(Fig. 16.) In einer verfinsterten Kammer machte er in ein Fenster EG, in F, ein kleines Loch, und ließ einen Sonnenstrahl S, herdurchfallen. Er stellete vor dieses Loch ein dreiecktes gläsernes Prisma, also, daß die Axe desselben die mit der Schärfe des brechenden Winkels parallel gienge, in Ansehung der Strahlen, in einer senkrechten Lage war. Er drehete dieses Prisma um seine Axe herum, und das gebrochene Licht stieg an der Wand PT auf und nieder, biß er endlich an eine Stellung des Prisma kam, da das Licht an der Wand stille stand. Hier befestigte er es, weil nun das Licht durch beide Seiten des Prisma auf gleiche Art gebrochen wurde. Er fand darauf an der Wand ein länglichtes farbigtes Bild, an den Seiten war es deutlich abgeschnitten oben aber bei P und unten bei T endigte es sich mit zweien halben Cirkeln, da sich das Licht nach gerade verlohr. Dieses länglichte Bild war von verschiedenen Farben. Von unten auf gezählet, fand er Roth, Orange, Gelb, Blau, Indig, Violet, also 7 Farben, die an einander gränzeten.

(*) Neuton Optices. Lib. 1. pag. 18 seq. edit. Lausan. MDCCL.

Aus diesem Versuche wollen wir schliessen: wären die Lichtstrahlen beim Durchgange durchs Prisma gar nicht gebrochen, so hätte sie nach Y kommen müssen, und hätten daselbst ein rundes Sonnenbild entworfen. Da sie aber gebrochen wurden, kamen sie nach PT. Wäre nun ein Sonnenstrahl völlig gleichartig, so hätte müssen in der Gegend PT sich ein rundes gelblichtes Sonnenbild entwerfen, welches Neuton durch mathematische Schlüsse beweiset; allein da sich ein länglichtes entwarf, so schloß er daraus, daß ein Sonnenstrahl, aus verschiedenen Strahlen zusammen gesetzet wäre, die alle von verschiedener Brechbarkeit wären, und deren jeder gleichsam das Sonnenbild an der Wand entwürfe, wovon die länglichte Figur des Bildes an der Wand, und daß es oben und unten mit zwei halben Cirkeln geschlossen war, herrührte. (Fig. 17.) Er sonderte diese farbichten Sonnenbilder nachher noch weiter von einanderab, indem er 10 oder 12 Fuß von dem Loche F, welches in dem Fenster war, ein Linsenglaß MN setzte, und dadurch das Licht erstlich fallen, und nachher durch das Prisma ABC brechen ließ; er bekam dadurch einen schmalen längern Streifen PT, an der Wand, in welchem die farbichten Cirkel sehr deutlich unterschieden waren, und woraus sich folglich deutlich zeigte, daß jede Art des Lichtstrahls ein besonders Sonnenbild schilderte. Diese Absonderung der verschiedenen Farben, woraus ein Sonnenstrahl bestehet, geschiehet, weil das Licht beim Ausgange und Eingange in das Prisma gebrochen wird. (Fig. ~~18.~~ 15 a) Wäre der

Licht-

Lichtstrahl, wann er durchs Prisma ABC gefallen wäre gar nicht gebrochen, so wäre er mit seiner weißlichten Farbe, wie wir schon gesaget haben nach Y, gekommen seyn; allein der rothe Strahl, kam nach R, die andern folgten nach ihrer Ordnung, biß an den Violetten, der nach P kam. Hier siehet man, daß der rothe Strahl am wenigsten von seinem Wege abgelenket ist, er ist also auch am wenigsten gebrochen, und der violette Strahl ist am mehrsten gebrochen.

Neuton hat die Verhältniß dieser Brechungen bemerket, und sie durch alle Versuche mit einerlei Art Glase beständig gefunden. Wann ein Lichtstrahl einmahl in seine 7 Farbenstrahlen getheilet ist, so mag man mit einem dieser Farbenstrahlen vornehmen was man will; er ändert sich nie, sondern behält immer dieselbe Farbe. Der rothe Strahl bleibet zum Exempel roth, wann er besonders aufgefangen, durch viele hinter einander gestelte Prisma, oder auch durch geschliffene Gläser wieder gebrochen, oder durch Spiegel reflecktiret wird, daß er aber auch Licht bleibet, erhellet daraus, weil er alle Eigenschaften des Lichtes behält, Erleuchtung, Brechbarkeit ꝛc.

Wann alle diese getheilte Lichtstrahlen durch ein Brennglas oder Hohlspiegel wieder gesamlet werden, so geben sie im Brennpunkte wieder ein weißlichtes Sonnenlicht, wie es vor der Theilung war; sie zertheilen sich aber wieder hinter dem Brennpunkte

in die 7 Farben, nur, daß sie in verkehrter Ordnung stehen, welches sich aber leichte erklären lässet, weil sie sich im Brennpunkte kreutzen. Man kann zu dieser Theorie auch ein sehr leichtes Experiment rechnen, welches auch beweiset, daß alle 7 Hauptfarben ein weißliches Licht machen. Man nehme eine kleine dünne hölzerne runde Scheibe, ohngefehr eines Thalers groß, oder etwas grösser, theile sie an der Peripherie in 7 Theile, und ziehe vom Mittelpunkte biß an jedes Theil eine Linie; diese 7 Ausschnitte welche man dadurch bekömmt, streiche man mit den 7 Hauptfarben an, nemlich mit roth, orange, gelb, grün, blau, indig, violett. Man bohre im Mittelpunkte ein Loch, und stecke einen Stift senkrecht hindurch, kurz, man mache solchen kleinen Drehkräusel, den die Kinder haben, wann man diesen Kräusel nun laufen lässet, so wird man keine Farbe allein sehen, sondern eine weißlichte Farbe erblicken. Das Auge bekömmt wegen des schnellen Herumlaufen des Rädchens beständig einen neuen Farbenstrahl, dieses ist eben so, als ob es sie alle unter einander vermischt bekäme, und erreget daher im Auge die Empfindung eines vermischten Sonnenstrahls, welcher weißlicht ist. Wann man 7 Farben, welche die 7 Hauptfarben haben, unter einander vermischet, bekömmt man auch eine weißliche Farbe, nur, daß sie etwas ins Graue fället, welches daher rühret, weil diese einzele Farben keinen so lebhaften Glanz besitzen. Neuton vermischte Purpurroth, Auripigment, Bergblau und Spangrün unter einander und bekam eine

weisse

weisse Farbe, wann er dieses Pulver, das durch die Vermischung weiß geworden war, in die Sonne neben ein weisses Papier legte, und ohngefehr zehn Schritte davon gieng, daß die unebene Fläche des Pulvers keine andere Empfindung der Lichtstrahlen in seinem Auge machen konnte, so schien ihm das Pulver eben so weiß als das Papier zu seyn. Wann verschiedene getheilte Lichtstrahlen auf einander fallen, und vermischt werden, so entstehet daraus eine vermischte Farbe, welches Neuton durch Versuche bestätiget hat. Das eben gedachte Drehrädchen, wird eben dieses bestätigen. Man theilet es in 2, 3 oder mehrere Theile, und trage einige der Hauptfarben darauf, so wird man, wann es herumläuft, aus oben angeführten Gründen, die Farbe erblicken, welche die beiden Farben mit einander vermischt geben würden. Neuton fand (*) ferner, daß ein Körper, welcher in einen der getheilten Lichtstrahlen gehalten wurde, diejenige Farbe annahm, aus welcher der Lichtstrahl bestand, Papier, Mennig, Auripigment, Berghlau, Gold und Silber, Pfauenfedern, kurz alle Dinge, womit er Versuche anstelte, waren im rothen Strahl roth, im blauen, blau, im grünen, grün, kurz jeder nahm diejenige Farbe an, in dem Lichtstrahle er gehalten wurde. Allein er warf ein glänzender Licht zurück; wann er in einem solchen Lichtstrahl gehalten wurde, dessen Farbe er schon natürlich hatte. Zinnober war zwar im grünen Lichtstrahle grün, und im blauen blau, allein es warf lange den lebhaften Lichtstrahl nicht

(*) Neuton Optic. Lib. 1. pag. 88.

von sich, welchen es im rothen Lichtstrahl äusserte. Aus diesen wenigen Erfahrungen, die ich von den Eigenschaften des Lichts erzählet habe, wird sich die Lehre von den Farben erklären lassen; die Oberflächen der Körper bestehen aus Theilchen, welche einige Theile eines Sonnenstrahls zurückwerfen, die andern durchlassen und verschlucken. Daß dieses wahr ist, folget schon daraus, daß man die Körper so dünne machen kann, daß sie in ganz dünne Scheibchen zertheilet, endlich durchsichtig werden. Wann man durch ein dünnes Goldblättchen siehet, so scheinet das Licht blau zu seyn; da doch ein Goldblättchen gelb ist. Neuton machte dieses Experiment, und folgert daraus, daß das Goldblättchen, die blauen Theilchen des Lichtstrahls durchlässet, und die gelben zurückwirft. Alle Körper haben daher die Farbe, welche Art des Strahls sie zurückwerfen; was blau ist, wird die blauen Strahlen zurückwerfen und die andern verschlucken. Hier wird man mir einwerfen, daß also sehr wenig Farben auf der Welt seyn müßten, weil wir nur 7 Farben im Sonnenstrahl haben und man hat doch unendlich viele Farben. Wir haben es schon bemerket, daß durch die Vermischung etlicher der 7 Hauptfarben verschiedene Farben entstehen, ja es können unendlich viele Farben dadurch entstehen, wann man betrachtet, wie oft sich siebenerlei Dinge mit einander verbinden, und wie man dieses biß ins Unendliche vermehren kann, wann man die Farben nach verschiedenen Proportionen mit einander vermischet.

Wann die Lage der Theilchen bei einer Sache verändert wird, oder selbst ihre Theilchen eine Veränderung leiden, so verändert sich auch die Farbe. Ein Stück Zinnober ist sehr brennend roth, weil es sehr dichte ist, und also alle rothe Lichtstrahlen zurückwirft, wird er gerieben, so wird er blasser, seine Theilchen sind dünner und lassen rothe Strahlen durch, er wird noch blasser, wann er mit Wasser vermischet wird, und er erhält seine brennende Röthe wieder, wann man ihn mit Leinöl vermischet, weil er alsdenn wieder dichter wird. Muschenbröck erzählet; daß man eine Art Muscheln habe, die einen weissen Saft in sich enthielten, der auf eine Leinwand geschmieret, erst hellegrün, dann dunkelgrün, dann hellblau, und endlich dunkelblau würde. Wer siehet nicht, daß dieses von der Veränderung der Oberfläche herrühret, die durch die Luft immer mehr verhärtet wird. Ein weisses Papier wird gelblichter, wann es geglättet wird, und polirtes Silber fält ins schwärzlichte, da es auf dem Bruche sehr weiß aussiehet. Daß die Veränderung der Lage und der Dichtigkeiten der Theilchen an einem Körper auch eine Veränderung in den Farben hervorbringe, davon kann man sich auch überzeugen, wann man verschiedene Arten von Säften zusammen giesset; aufgelöseten Vitriol und Wasser, darinn Galläpfel gekocht sind, sind beide weiß, durch die Vermischung aber werden sie sogleich schwarz. Die Tinktur von rothen Rosen, und Urinspiritus, geben durch die Vermischung himmelblau; aufgelöseter Vitriol und Seifenwasser giebt gelb,

und man hat noch sehr viele Erfahrungen von dieser Art.

Ein Körper der alle 7 Hauptfarben zurückwirft ist weiß, und ein Körper, der sie alle verschlucket, ist schwarz. Schwarz ist also der Mangel alles Lichts; daher ist eine dichte Finsterniß schwarz. Der Schatten und sehr tiefe Höhlen scheinen schwarz zu seyn. Weil schwarz der Mangel aller Farbe ist, so solte man es auch gar nicht sehen können, sondern man könnte alsdenn nur seine Grenze bemerken, indessen können wir doch schwarze Dinge auch sehen, und sie müssen folglich Strahlen zurückwerfen. Ich antworte hierauf, daß man keinen Körper hat der recht volkommen schwarz ist. Die mehrsten fallen etwas ins violette und blaue. Man wird hievon gleich überzeugt werden, wann man sie in die Sonne hält, indessen sind sie schwarz genug, die mehrsten Lichtstrahlen zu verschlucken, und wer in schwarzer Materie arbeitet, weis es aus der Erfahrung wie schwer es ist, bei dunkelm Wetter oder bei Lichte die Arbeit genau zu bemerken, und zu unterscheiden, und wie stark er die Augen dabei anstrengen muß.

Weil viele Sonnenstrahlen zusammengenommen eine Wärme verursachen, so muß der Körper eine weit stärkere Hitze annehmen, der alle Strahlen verschlucket, als der sie alle zurückwirft. Die Erfahrung bestiget auch dieses. Man lege ein weiß angestrichenes und ein schwarz angestrichenes Holz zugleich

gleich in die Sonne, und man wird einen merklichen Unterscheid der Wärme nach einiger Zeit an beiden bemerken; das schwarze Stück Holz wird viel wärmer als das weisse. Ein schwarzes Papier wird viel leichter durch ein Brennglas angezündet, als ein weisses, und wann eine Wand an welcher Pfersichbäume gepflanzet sind, braun angestrichen wird, so träget dieses zur Reifung ihrer Früchte ein grosses bei, weil sie viel Sonnenstrahlen, und folglich viel Wärme behält. Man siehet auch hieraus, warum ein schwarzes Kleid im Sommer viel wärmer ist, als ein weisses, weil jenes alle Sonnenstrahlen verschlucket, und dieses sie alle zurückwirft.

Die Farben verursachen es, daß wir die Körper unterscheiden können. Die Lichtstrahlen allein hätten sie nur sichtbar gemacht; durch die Zurückwerfung der farbichten Lichtstrahlen, wird ein solches Bild im Auge entworfen, als dasjenige ist, von welchem die Strahlen zurückprallen, und dieses erreget die Zitterung in den Nerven, welche sich nachher ins Gehirn fortpflanzen, und wodurch wir nicht bloß von der Figur der Dinge, sondern auch von ihrer Farbe urtheilen.

Wann man durch ein Prisma siehet, so findet man in den Körpern, die man betrachtet, verschiedene Farben. Ein Beweis, daß sie von ihnen zurückprallen. Bestünde ein Sonnenstrahl nicht aus so verschiedenen Arten farbichter Strahlen, sondern

er hätte nur eine Farbe, so würden auch alle Dinge auf der Welt nur einerlei Farbe haben, weil nur eine Farbe von ihm könnte zurückgeworfen werden; und wie unendlich ist die Weisheit Gottes, der dadurch, daß er einen Sonnenstrahl aus 7 Theilen zusammensetzte, alle die verschiedenen Arten von Farben hervorbrachte, welche in dem ganzen menschlichen Leben, zur Unterscheidung so vieler Dinge von einem unendlich grossen Nutzen sind.

Unter allen Lichtstrahlen, wird der rothe Strahl am wenigsten gebrochen, und der violette am meisten. Es muß eine Ursache da seyn, warum dieses geschiehet. In der verschiedenen Geschwindigkeit dieser Strahlen, kann sie ihren Grund nicht haben, denn alle farbichten Strahlen kommen, in den weißen Lichtstrahl vermischt, zu gleicher Zeit von der Sonne herunter, sie müssen sich also gleich geschwinde bewegen, allein in der Masse, und der daher rührenden Gewalt und Schwere, kann vieleicht der Grund liegen, daß die verschiedenen Strahlen, bei ihrem Durchgange durchs Prisma auch verschieden gebrochen werden. Denn je grösser die Gewalt ist, welche ein Körper hat, destoweniger kann er von einer andern gegebenen Kraft, aus seiner Direction gezogen werden, und wenn sich zwei Körper mit gleicher Geschwindigkeit, aber mit verschiedener Kraft bewegen, so muß derjenige, welcher die mehreste Kraft besitzet, auch die mehreste Masse, und folglich die größte Schwere haben. Der rothe Lichtstrahl wird also vermuthlich mehr Masse besitzen,

als

als der gelbe, und der gelbe mehr Masse als der grüne ꝛc. und unter allen Lichtstrahlen der violette am wenigsten. Da der rothe Lichtstrahl am wenigsten gebrochen wird, und die größte Kraft und Masse besitzet, so würket er auch sehr scharf auf unser Auge, und erreget eine weit stärkere Zitterung in seinen Nerven, wie alle andere Lichtstrahlen. Wir finden hierinn den Grund, warum es einem unangenehm ist, wann er lange roth betrachtet. Der violette Strahl wird am wenigsten gebrochen, und erreget auch nur eine schwache Empfindung in unserm Auge. Die angenehmste und heilsamste Farbe für die Augen ist die grüne Farbe; unter den sieben Sonnenstrahlen nimmt sie die mittelste Stelle ein; sie wird mehr als roth und gelb, und weniger als blau und violett gebrochen. Auch ihre Würkung aufs Auge ist so beschaffen, daß sie solche Zitterung in den Nerven im Auge erreget, die nicht zu schwach, und nicht zu stark, sondern mittelmäßig sind, und daher angenehme Empfindungen verursachen. Die Weisheit Gottes hat auch hierinn für das Vergnügen der Menschen gesorget. Sie hat die grüne Farbe sehr häufig in der Welt vertheilet; sie hat sie auf vielerlei Art verändert, um veränderte und doch allezeit angenehme Empfindungen hervorzubringen. Sie hat die harten Farben sehr wenig angebracht, und die feurigen Körper weit von uns entfernet, damit ihre Strahlen keine gar zu heftige Würkung in unsern Augen verursachen könnten. Aus obigen Gründen lassen sich viele optische Empfindungen erklären; es lässet sich jetzt sehr leicht erklären, war-

um ein grünes Zimmer, oder ein grüner Lichtschirm den Augen angenehm sind. Ein Zimmer mit weissen Wänden ist zwar weit heller, als ein tapeziertes; die weissen Wände werfen alle Strahlen zurück, allein es ist den Augen schädlich. Der Schnee wirft alle Strahlen zurück, er leuchtet daher auch bei Nachte, indem er die wenigen Lichtstrahlen, die von den Sternen oder noch aus der Athmosphäre kommen, alle zurückwirft, aber er ist den Augen schädlich, und man empfindet es sehr lebhaft, wann man lange auf den Schnee gesehen hat, vorzüglich, wann die Sonnenstrahlen darauf fallen; ja man wird fast blind, wie dieses ein jeder aus der Erfahrung weiß.

Wir finden daß fast ein jeder Mensch einige Farben für andere besonders gerne leiden mag, da ihm andere unangenehm sind. Man wird es leicht einsehen, daß dieses in dem Baue, und in der Stärke der Nerven seinen Grund hat. Einen Menschen, der stärkere Nerven hat, sind stärkere Erschütterungen derselben angenehm, die einem andern empfindlich sind. Es sind viele Leute, denen die rothe Farbe besonders angenehm ist, aber man hat auch Menschen gefunden, die, wann sie roth gesehen haben, in Convulsionen verfallen sind.

Wann die Farben in solcher Lage neben einander gesetzet werden, daß sie, wann man sie drehet, verschiedene Winkel mit dem Auge machen, so entstehen daraus sich verändernde oder changeante

Farben,

Farben. Der Hals einer Taube bekömmt eine changeante Farbe, und scheint blau, roth und grün zu seyn, weil seine Federn aus Theilen bestehen, die in solcher Lage sich befinden, daß die, durch dieselben abgebrochene Farben, nach den verschiedenen Drehungen des Halses erst sichtbar werden. Beim changeanten Taft liegen die farbigten Faden so, daß sie, wenn man ihn drehet verschiedene Winkel machen und alsdann sichtbar werden.

Nicht nur die Sonnenstrahlen, sondern auch der Strahl eines angezündeten Lichts oder brennender Materien bestehet aus farbichten Theilen; allein, es sind nicht allezeit die 7 Hauptfarben in selbigem befindlich, welche man in dem Sonnenstrahl antrift. Die Strahlen unsrer Lichter haben nicht die Mischung der Farbe, welche die Sonnenstrahlen haben. Algarotti saget, in seinem Newtonianismo per le Donne, daß ihr Licht gelblichter sei, und führet dieses als den Grund an, warum sich Opernsängerinnen schminkten. Angezündeter Schwefel hat fast nichts als den blauen Lichtstrahl. Wann man Brantewein sehr warm machet, Salz oder Salpeter hinein witft, und nachher anzündet, und heftig rühret, so bekommen alle Umstehende eine bleiche Farbe und je röther einer ist, je abscheulicher siehet er aus. Es rühret dieses daher, weil in dieser brennenden Vermischung, die blaue Farbe größtentheils den Vorzug hat, und wann sie auf die natürlichen Farben des Gesichts

fält,

fält, und von da wieder zurückgeworfen wird, so verursachet die Vermischung mit den natürlichen Gesichtsfarben, die unangenehmen Farben, welche wir erblicken. Melville sagt in seinen physikalischen Observationen, wann zwischen dem brennenden Spiritus sich Salmiack, Allaun oder Pottasche befunden habe; so habe er durch ein Prisma fast alle Farben darinn wahrgenommen, nur in ungleicher Menge.

Im brennenden Spiritus mit Salz vermischet, befindet sich vorzüglich die blaue Farbe. Im Spiritus mit Salpeter vermischet, befand sich vorzüglich die grüne Farbe. Da man bei allen brennenden Materien findet, daß sie nicht aus allen den farbichten Lichtstrahlen bestehen, die das Sonnenlicht hat, und daß auch die Mischung derselben, sich nicht in der Verhältniß befinden. So kömmt es auch daher, daß die Farben beim Lichte anders aussehen, als bei Tage, und daß man verschiedene Farben nicht gut von einander unterscheiden kann.

Nachdem die Arten der Farben eines Feuers sind, nachdem ist auch die Stärke des Feuers. Ein weisses, ein rothes Feuer sind ungemein heftig, und das weisse am heftigsten, ein blaues ist schwach. Angezündeter Brantewein, oder angezündeter Schwefel hat keine heftige Flamme, wie man sich durch die Erfahrung davon überzeugen kann, wenn man geschwinde mit dem Finger hindurch fähret. Man findet hierinn abermahls die Bestätigung des Sa-

tzes, daß vermuthlich die blauen Lichtstrahlen weniger Masse, folglich auch weniger Gewalt haben, als die rothen. Durch die Zusammensetzung verschiedener brennender Körper werden auch die Farben der Flammen verändert. Der brennende Kampfer giebt eine weisse Flamme. Zinn und Arsenickum unter brennende Materien gethan giebet eine blaue Flamme. Zinn und Auripigment mit einander vermischt und unter brennende Materien gethan, verursachet eine blaue Flamme, und fein gestossenes Eisen unter brennende Materien gethan, machet das so genante Brillantenfeuer der Feuerwerker.

Wir beschliessen dieses Kapittel, und wollen nun aus den Eigenschaften des Lichts, und aus dem Bau des Auges, die Theorie des Sehens zu erklären suchen.

Das dritte Kapitel.

Von dem Sehen selbst.

Wenn man ein Zimmer ganz verfinstert, und nur durch ein kleines Loch Lichtstrahlen hineinfallen lässet, so schildern sich auf der gegen überstehenden Wand, die Objeckte welche dem Loche gegen über stehen. Es geschiehet dieses, ohngeachtet man eine weisse Wand, keinesweges als eine volkommene Fläche betrachten kann, denn es fället alsdenn

doch nur auf eine jede unebene Fläche der weissen Wand von einem Punkte des gegen überstehenden Objeckts das Licht. In der That stehet auf jeder weissen Wand eines Zimmers, wann es auch nicht verfinstert ist, das gegen überstehende Objeckt, aber wir empfinden sie nicht, weil auf eben die Punkte der Wand, auch von andern Objeckten Lichtstrahlen fallen; wann man die durch Verfinsterung des Zimmers auslöschet, so werden uns die andern Gegenstände sichtbahr; wir sehen sie aber alsdann mit eben den Farben, die sie wirklich besitzen, die stillstehenden Objecte im Stillstande, und die sich bewegenden, in Bewegung. Wann die gegen überstehende Objeckte von der Sonne erleuchtet werden, so sind diese Bilder noch lebhafter, und deutlicher. Allein diese Bilder stehen alle verkehrt, und das geschiehet daher, weil sich die Lichtstrahlen bei dem Durchgange durchs Loch kreutzen, und also die Bilder verkehrt entwerfen müssen. (Fig. 18.) Es sei AB das Fenster eines verfinsterten Zimmers, F, die kleine Oefnung darinn, CD, das draussen stehende Objeckt. Da nun ein Gegenstand, von allen Punkten Strahlen nach allen Gegenden hinwirft, so fahren auch ⌜~~alle~~ Strahlen nach F, der Endstrahl des Objeckts bei D, fähret nach F, und da sich das Licht, wann es nicht verhindert wird, in geraden Linien beweget, von da nach E, der Endstrahl vom Punkte C, fähret gleichfals nach F, und von da nach G. Man siehet leichte aus der Figur, daß sich also das Bild nothwendig verkehrt entwerfen müsse. Wann man ein erhaben geschliffenes

Glas

⌜ aus allen Orten des Objeckts

Glas in die Oefnung setzet, so werden die Bilder noch deutlicher, weil dieses die Strahlen samlet, und folglich den Gegenstand noch heller darstellet. Selbst ohne Verfinsterung des Zimmers erscheinen schon die gegen überstehenden Gegenstände an der weissen Wand, wann die Strahlen durch ein erhabenes Glas gesamlet werden, wie man sich davon leichte überzeugen kann, wann man ein Glas von einem nicht gar zu langen Brennpunkte gegen eine weisse Wand hält, und es so lange hin und her beweget, bis man den Punkt trift, wo sich die Gegenstände an der Wand am deutlichsten schildern. Es ist dieses die Erklärung der so genanten Camera obscura, welche einen jeden bekannt ist, und deren Erscheinungen man mit Vergnügen betrachtet. Ich habe diese Erklärung der Camera obscura vorausgeschicket, weil sich dadurch die Theorie des Sehens deutlich machen lässet.

Unser Auge gleichet einer Camera obscura. Wir finden darinn alle Dinge, die zu einer Camera obscura gehören. Ein verfinstertes Zimmer welches durch die schwarze tunica chorioidea verursachet wird, eine weisse Wand worauf sich die Bilder entwerfen. Dieses ist das Netzhäutgen, und auch ein Linsenglas, dieses ist die crystallene Feuchtigkeit. Allein so richtig auch diese Vergleichung überhaupt ist, so hat das Auge doch vor einer Camera obscura unendliche Vorzüge. Ich will hier einige Betrachtungen anführen, die ich grösstentheils, aus einer Betrachtung des Herrn Eulers

über die Strahlenbrechungen genommen habe, und welche sich im XI. Bande, der Geschichte der Berlinischen Academie der Wissenschaften befinden. Wäre das Auge der Camera obscura völlig ähnlich und bestünde es nur aus einer erhabenen Linse, die auf beiden Seiten sphärisch wäre, so würden folgende grosse Fehler sich daran befinden. Die Vorstellungen würden erstlich durch die verschiedene Brechbarkeit der Strahlen unordentlich gemacht werden, und sie würden an den Rändern die Regenbogen Farben haben. Der Beweiß an diesem Satze lieget darinn, weil jeder Lichtstrahl aus vielen andern bestehet, die alle bei ihrem Durchgange nicht gleich stark gebrochen werden, folglich sich auch nicht auf einem Punkt vereinigen können. Wir sehen zwar in einer Camera obscura die Gegenstände deutlich, allein da werden die Lichtstrahlen der Bilder die sich auf der weissen Wand einer Camera obscura entwerfen, nochmahl in unserm Auge gebrochen, und geordnet.

Ferner würden sich, (wann unser Auge bloß einer Camera obscura gliche) nur die Bilder im Auge auf der Netzhaut deutlich mahlen, die in der Mittellinie der Linse, in der Axe derselben einfielen. Je mehr sich die Lichtstrahlen dem Rande der Linse näherten, je undeutlicher würden die Bilder seyn; man würde höchstens eine Weite von 10 Graden deutlich betrachten können, da man bei ietziger Einrichtung des Auges ein weit grösseres Feld als 90 Grad übersehen kann. Wir würden ferner nur

eine

eine sehr kleine Oefnung im Auge haben können, wann sich bloß ein Linsenglas darinn befände, und die Gegenstände würden uns wegen des wenigen Lichtes ungemein dunkel vorkommen. Aber die Pupille in unserm Auge ist ungemein groß, gegen die Größe der Linse, weit grösser als sie bei einem Linsenglase von der Grösse und Kugelschnitte möglich wäre, und es kann Licht genug durch diese Oefnung fallen. Gott der mit unendlicher Weißheit unser Auge bauete, hat alle diese Fehler vollkommen vermieden, und konnte es der ewigen Weißheit schwer fallen sie zu vermeiden? Wir sehen ein grosses Feld von Objeckten, wir sehen nahe und ferne; wir sehen sie deutlich und mit genugsamen Lichte. Gott ordnete, um diese Absicht zu erreichen, dreierlei Feuchtigkeiten im Auge, die wäßrige, die crystallene, und die gläserne Feuchtigkeit. Allein Gott mußte ihnen auch eine besondere Figur geben. Es kam hier auf die Auflösung dieses Problems an: daß verschiedene Arten von durchsichtigen Materien erwählet, und so aneinander gesetzet würden, daß so wohl die nahe bei der Mittellinie als Ferne davon einfallende Objeckte mit gleicher Deutlichkeit gesehen würden, und daß eine sehr grosse Oefnung nicht schadete. Wären die Feuchtigkeiten im Auge, Kugelschnitte, so würden die Fehler, die wir oben erzählet haben, bei ihnen statt finden. Man weis aus der Dioptrick, daß es schwer sei die krumme Linie eines Glases zu berechnen, welches eine grössere Oefnung als sphärische Gläser vertragen kann,

und daß wann man auch die krumme Linie, die dieses Glas haben müßte, genau berechnet hätte, daß es unmöglich sey, es so zu verfertigen, wie die Berechnung es befehle, und glückte es auch, so würden doch nur die nahe bei der Axe liegenden Objeckte deutlich vorgestellet werden, und das nur auf eine gewisse Weite, auf welche man die Berechnung eingeschränket hätte. Alle andere Gegenstände, würden undeutlich geschildert werden. Dieses ist auch der Grund, warum zwei brechende Flächen nicht zureichend sind, eine deutliche Vorstellung der Bilder, die weit ausserhalb der Axe liegen, und in verschiedener Entfernung sind, hervorzubringen. Ja der einzige Umstand von der verschiedenen Brechbarkeit der Strahlen erfodert schon mehrere. Aus allen diesen Umständen können wir sicher schliessen, daß die Figur dieser Feuchtigkeiten im höchsten Grade transscendentisch sei, das ist, aus solchen krummen Linien bestehe, die sich auch durch Hülfe der erhabensten Geometrie gar nicht zeichnen lassen; ja daß selbst der erhabenste menschliche Verstand niemahlen die Figur der krummen Linien einsehen wird, welche verschiedene brechende Flächen haben müßten, damit gerade und schief stehende, nahe und entfernte Bilder helle und deutlich vorgestellet werden, und weder eine grosse Oefnung, noch die verschiedene Brechbarkeit der Strahlen einige Unordnung verursache. Keppler kam vor Eulern schon auf die Gedanken, daß die Figur der Linse im Auge kein Kugelschnitt seyn könnte; er hielt den vordern Theil der Linse für ein Segment einer Spharoide, welches

ches durch die Bewegung einer Ellipse, um ihre Axe entstünde, und den Hintertheil derselben hielt er für ein Stück einer Hyperbolischen Kegelförmigen Figur, welche durch die Bewegung einer Hyperbel um ihre Axe entstehet. Allein solte man nach allen diesen Betrachtungen noch so verwegen seyn können, den Bau des Auges so wohl als viele andere künstliche Dinge, die wir auf der Welt finden, für das Werk eines ohngefehren Zufals auszugeben? bloß die Betrachtung des Auges müßte den hartnäckigsten Atheisten volkommen überzeugen, daß ein höchst mächtiges und weises Wesen da sei, gegen den alle menschliche Weißheit zu nichts wird, und alle ihre Kunst verschwindet. Wird man noch sagen können, daß unter so vielen Bestimmungen, welche in Ansehung der Zahl der Lage, der Figur, der Beschaffenheit, und Durchsichtigkeit des menschlichen Auges, deren volkommene Auflösung eine weit höhere Geometrie erfodert, als der Mensch weis und kennet: Wird man sagen können, daß unter so vielen Bestimmungen ein ohnfehrer Zufall in allen Stücken die wahre getroffen haben. Wer nur etwas nachdenken will, siehet die Richtigkeit dieser Folgen. Er bewundert die tiefen Abgründe der Weißheit und Macht Gottes, und erkennt seine Niedrigkeit und Schwäche.

(Fig. 19.) In der 19ten Fig. siehet man, wie die Bilder im Auge geschildert werden; wir wollen aber hiebei die Feuchtigkeiten des Auges, als würkliche Kugelschnitte betrachten, weil wir

hiedurch das Sehen sehr gut erklären können. Die Betrachtungen, die wir eben nach Herr Eulern angestellet haben, behalten ihre völlige Richtigkeit, da sie sich auf die Brechung der Strahlen, auf die Deutlichkeit der Bilder, und auf die Oefnung der Pupille richten. Wann wir dieses nicht mit in Anschlag bringen, so können wir das Sehen volkommen erklären, wann wir schon die Feuchtigkeiten des Auges als Kugelschnitte betrachten.

Von jedem Punkte eines Objeckts, hier von dem Objeckt A B C prallen unzählige Lichtstrahlen nach allen Orten zurück, einige von denselben erreichen das Auge des Sehenden; viele gehen nach allen andern Gegenden hin. Von denen die in solcher Lage, und unter solchen Winkeln abprällen daß sie das Auge erreichen, fallen etliche auf die weisse Haut, etliche auf die Hornhaut. Die auf die weisse Haut fallen, dienen zum Sehen nicht, sie prallen unter eben dem Winkel zurück, unter welchem sie aufgefallen sind, und damit dieses desto leichter geschehe, gab Gott dieser Haut eine weisse Farbe. Nur die auf die Hornhaut I K, fallen, können zum Sehen dienen. Aber doch nicht alle; die unter einem stumpfen Winkel aufs Auge fallen erreichen die Pupille l t nicht, sie kommen bis an die Farbenhaut, und werden von da zurückgeworfen; auch nicht alle, die durch die Pupille kommen, können zum Sehen dienen, nur diejenigen unter ihnen, welche unter solchen Winkeln auffallen, daß sie, nachdem sie durch die Feuchtigkeiten des Auges gehörig gebro-

chen

chen sind, das Netzhäutchen berühren. Die andern, wann sie schon durch die Pupille kommen, fallen auf die schwarze Aderhaut zwischen die gläserne Feuchtigkeit und Farbenhaut, bei Z und Z, und werden von ihr verschluckt. Die Pupille ist nicht groß, ohngefehr beim hellen Lichte eine Linie im Durchmesser, nur im Finstern kann sie fast noch einmahl so weit werden. Abermahls eine grosse Weißheit Gottes, weil wegen der Enge der Pupille nur diejenigen Strahlen des Objeckts durch die Pupille kommen können, die nicht zu weit auseinander gefahren sind, und die zu weit auseinander gefahren sind, treffen sie nicht. Sie würden eine Unordnung im Auge verursachen, wann sie auch durch die Pupille kämen, welches Gott weißlich vermieden hat.

(Theorie des Sehens.)

(Fig. 19.) Es sei ABC ein Objeckt. Wir betrachten davon den Punkt B; so wie sich dieser im Auge mahlt, mahlen sich alle Punkte darinn, und stellen das Objeckt auf dem Netzhäutchen vor. Von dem Punkt B, fallen unendlich viele Strahlen auf die Hornhaut IK, wir wollen aber nur die fünf Strahlen BP, BE, BD, BF, und BM, betrachten. Der Strahl BD, fällt senkrecht auf die Hornhaut. Er gehet also gerade durch, ohne im geringsten gebrochen zu werden, und endiget sich in O, wo er sein Bild darstellet. Dieser senkrecht durchfallende Strahl heisset die Augenaxe. Die Strahlen BE, und BF, die von eben dem Punkte

herkommen, fallen schief auf die Hornhaut; da sie nun aus einer dünnen durchsichtigen Materie, aus der Luft in eine dichtere, nemlich die wässerigte Feuchtigkeit kommen, (denn die Hornhaut, ohngeachtet sie dichter, als Wasser ist, kann als die Uebersfläche der wäßrigten Feuchtigkeit betrachtet werden) so werden sie gegen den Perpendickel gebrochen. Sie werden aber auf die Art gebrochen werden, als ein Lichtestrahl, der aus der Luft ins Wasser fähret, weil die wäßrigte Feuchtigkeit im Auge mit dem gemeinen Wasser, in Ansehung seiner Dichtigkeit, viel ähnliches hat. Neuton fand, daß die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkel sich verhielten, wie 4 zu 3. Der Perpendickel, welcher auf den Punkt gezogen werden kann, wo der Strahl BE in die wäßrigte Feuchtigkeit gehet, ist p. Der Strahl BE gehet durch die Pupille den gezeichneten Weg und kömmt auf den Punkt der Linse G, eben so geht der Strahl BF seinen gezeichneten Weg bis an den Punkt g. Die Linse ist viel dichter, als die wäßrigte Feuchtigkeit, der Strahl wird abermahl gegen den Perpendickel gebrochen, und wird nach Y und W kommen. Hier verhalten sich die Sinus der Winkel wie 13 und 12 nach den Bemerkungen des ~~Jucins~~ oder wie 11 : 12 nach des Hauksbee Beobachtungen an einem Ochsenauge. Aber nun kommt der Strahl in die gläserne Feuchtigkeit, diese ist nicht so dichte, als die Linse, folglich wird sich der Strahl vom Perpendickel y weg bewegen und die beiden Strahlen werden den Weg r und n nehmen und also endlich in O zusammen kommen, und alle

drei

drei Strahlen die aus einem Punkte B kamen, werden in einem Punkte in O das Netzhäutchen berühren. Wäre die gläserne Feuchtigkeit dichter, als die Linse, oder hätte sie nur einen gleichen Grad der Dichtigkeit, so würden nicht alle Strahlen, die von einem Punkte des Objeckts gekommen sind und durch die Feuchtigkeiten fallen, auf einem Punkte wieder zusammen kommen, sondern weit über dem Vereinigungspunkt O weggefallen seyn. Sie würden also kein deutliches Bild im Auge entworfen haben. Allein nun werden alle Strahlen, die aus einem Punkt des Objeckts kommen, wiederum in einem Punkte, auf dem Netzhäutgen vereiniget und müssen nach den Regeln der Brechung auf einem Punkt vereiniget werden, wie dieses durch die Lehre von der Strahlenbrechung kann bewiesen werden. Solche Strahlen, als BM und BP fallen zwar auch auf die Hornhaut, sie fallen auch durch bis an die Farbenhaut, aber sie können nicht durch die Pupille kommen, sondern werden von der Farbenhaut zurückgeworfen und gehen nach x und r. Wenn keine Strahlen von der Farbenhaut zurückgeworfen würden, würden wir selbige gar nicht sehen können. So wie von dem Punkt B Lichtstrahlen aufs Auge fallen, so geschiehet es von allen Punkten des Objeckts ABC und sie werden alle auf eine gleiche Art gebrochen, wie ich es in der Figur noch durch punktirte Linien von den Punkten A und C gezeiget habe. Alle Lichtstrahlen des Objeckts ABC entwerfen auf solche Art in einem gesunden Auge das Bild SOV volkommen deutlich auf dem Netz-

häutchen. Das Netzhäutchen ist ein Gewebe der allerfeinesten Nerven, die Lichtstrahlen, welche auf selbiges fallen und ein Bild entwerfen, reizen es; dieser Reiz pflanzet sich durch den Sehnerven fort, bis ins Gehirne und erreget daselbst Erschütterungen, wodurch wir von den Dingen, die sich auf unserm Netzhäutchen entworfen haben, uns Vorstellungen machen. Wir kennen das Gehirn nicht so genau, und noch weniger die Art der Verbindung, welche unsre Seele mit dem Gehirne hat, als daß wir erklären könnten, wie unsre Seele durch den Reiz, welcher an den Nerven geschieht und durch die Erschütterungen, welche dadurch im Gehirne erreget worden, sich Vorstellungen machen könne. Es ist gewiß, wir empfinden im Gehirne die Bilder, welche sich auf dem Netzhäutchen schildern, und sehen also eigentlich im Gehirne, so wie wir auch Empfindungen vom Schalle haben und durch die Erschütterung des Gehirns uns Vorstellungen vom Tone machen, ohne daß wir wissen, wie es zugehet.

(Warum der Sehnerve schief ins Auge gehet:)

Eine durch den Mittelpunkt der Linse senkrecht gezogene Linie berühret den Sehnerven OV nicht, er gehet schief ins Auge und hierin ist abermal eine grose Weisheit des Schöpfers. Alle Menschen sind auf den Sehenerven völlig blind, oder wenn die Lichtstrahlen auf den Sehenerven fallen, so mahlet sich kein Bild in ihrem Auge und sie haben nicht die

geringste Empfindung vom Sehen. Läge nun der Sehenerve in eben der Linie, in welcher sich die Augenaxe befindet, das ist recht mitten im Auge, so würden wir nichts von den Gegenständen sehen, die gerade gegen uns über wären, oder wir würden alle Gegenstände durchlöchert erblicken, weil wir das Theil des Bildes nicht empfänden, das sich in der Gegend des Sehenervens mahlen müßte. Allein da beide Sehenerven schief ins Auge gehen, so ist es unmöglich, daß die Strahlen eines Gegenstandes, sie fallen unter welchem Winkel sie wollen auf unsre Augen, beide Sehenerven zugleich treffen können. Der Ort des Netzhäutchens, wo wir blind sind, ist rund und hat ohngefehr $\frac{3}{4}$ Linie im Durchmesser und ist 14 Grade von der Augenaxe entfernet. Man kann sich durch ein sehr leichtes Experiment überzeugen, daß wir auf den Sehenerven blind sind. Wir führen das Experiment an, welches Mariotte davon gemacht hat, und welches ein jeder auf seinem Zimmer leicht nachmachen kann. Man mache an einer dunkeln Wand des Zimmers, z. E. an der Stubenthür, 2 weisse Punkte mit Kreide, die ohngefehr einen Zoll im Durchmesser haben und 3 Schuhe von einander in einer horizontalen Linie liegen. Die Höhe dieser Linie von der Erde kann 6 Fuß oder etwas höher seyn, denn das Experiment erfodert in den Abmessungen keine grosse Genauigkeit. Man stelle sich vor diese beide Punkte und halte das eine Auge zu und sehe mit dem andern Auge unverrückt nach demjenigen weissen Punkte welcher dem Auge gegenüber stehet, das man zu-

hält, so wird sich nicht nur dieser weisse Punkt, sondern auch der andre in ofnen Augen schildern und man wird von beiden Empfindungen haben. Man erhalte das Auge unverrückt in dieser Stellung und gehe denn in gerader Linie langsam rückwärts, so wird man endlich auf eine Stelle kommen, da der eine Punkt im Auge völlig verschwinden wird. Er verschwindet alsdenn, wenn die von ihm ausfahrende Lichtstrahlen den Sehenerven berühren; geht man weiter zurück, so erscheinet er wieder, weil alsdenn seine Lichtstrahlen den Sehenerven vorbei gehen und auf einen andern Theil des Netzhäutchens fallen. Man siehet also ganz deutlich die Absicht Gottes, warum er den Sehenerven schief ins Auge gehen ließ.

Wenn man betrachtet wie viele und wie grosse Gegenstände man übersehen kann, wie unendlich viele Punkte diese Gegenstände haben und wie unendlich viele Lichtstrahlen aus unendlich verschiedenen Winkeln und also auf unendlich verschiedene Art in unser Auge fallen, wie keine dieser Lichtstrahlen einander verhindern, ohngeachtet sie erstaunend nahe bei einander seyn und sich einander erstaunend durchkreutzen müssen, so giebt uns dieses abermahl den erhabensten Begrif von der unendlichen Weisheit des allmächtigen Schöpfers. Er, der das Licht erschuf und das Auge bauete, gab beiden solche besondere Eigenschaften, die wir hier völlig zu erkennen viel zu schwach sind, und die er uns zu Beschäftigungen in der Ewigkeit vielleicht mit bestimmet hat.

Man

Man siehet ferner hieraus, wie da noch die größte Ordnung so wohl in der Einrichtung als Regierung der Werke Gottes sey, wo der kurzsichtige Mensch nur Anstoß und Verwirrung findet. Und warum hat Gott seinen Werken so viele Merkmale des Unendlichen angehänget? dazu, daß wir uns zu diesen Begriffen gewöhnen, da wir öfters in der Ewigkeit die Unendlichkeit Gottes in seinen Werken zu bemerken Gelegenheit haben werden.

(Die Bilder der Objeckte mahlen sich verkehrt im Auge.)

Aus der Brechung der Strahlen im Auge, die wir eben erkläret haben, und weil sich daher die Lichtstrahlen im Auge kreutzen, folget es schon, daß sich ein Bild im Auge verkehrt mahlen müsse. Das, was nach der rechten Seite stehet, wird sich im Auge, nach der linken Seite, und was oben ist, unten schildern. Man erinnere sich hiebei, was ich gleich bei Anfange dieses Capitels von den verkehrten Erscheinungen in einer Camera obscura gesagt habe, welches sich auch hier anbringen lässet. (Fig. 20.) Die 20ste Figur machet gleichfalls dieses so deutlich, daß ich nichts weiter zu sagen dabei nöthig habe. Man kann sich von diesem Satze auch durch die Erfahrung überzeugen. Man löse von dem Auge eines eben geschlachteten Thiers die harte Haut ab und sehe von hinten durch das Auge, so wird man sehen, wie sich alle gegenüber stehende Objeckte auf dem Boden des Netzhäutgens verkehrt

entwerfen. Es kann zu diesem Experimente ein jedes Auge eines Thiers, welches nur etwas gros ist, gebrauchet werden. Bei einem Ochsenauge oder Kälberauge lässet sich diese Beobachtung sehr gut machen.

Allein wir sehen doch alle Gegenstände gerade und an der gehörigen Seite, ohngeachtet sich ihre Bilder im Auge verkehrt entwerfen. Man hat dieses zu erklären verschiedene Hypothesen erdacht, die ich, um nicht weitläuftig zu seyn, nicht anführen will. Vermuthlich geschiehet es daher, weil alle Bilder im Auge Empfindungen erregen, unsre Seele sich aber bewußt ist, welche Strahlen des Bildes, die von Oben oder von Unten, von der rechten oder von der linken Seite kommen, diese Empfindungen erreget haben und daraus auf den Stand und die Lage des Objeckts schliesset. Wir lernen überhaupt durch das Gefühl und andere Erfahrungen die Gegenstände mit dem Gefühl das sie im Auge machen, vergleichen; wir würden wenn dieses uns nicht zu Hülfe käme, von den Entfernungen, Vertiefungen, und Lagen der Oberflächen der Dinge, durch das blosse Sehen keine Urtheile machen können; durch das Gefühl aber lernen wir was an einer Sache, Oben oder Unten, an der rechten oder linken Seite ist, wir gewöhnen uns zugleich die Empfindungen in unserm Auge hiebei so zu unterscheiden, wie wir sie durch das Gefühl jetzt unterscheiden, und gleichsam in der Seele bemerken. Wenn nun eine ähnliche Empfindung auf unsern Netzhäut-

gen erreget wird, so erzeugt sich auch die andere und wir urtheilen gleich welches oben oder unten ist. Dieses erkläret die Ursache warum wir alle Dinge aufgerichtet sehen die sich auf den Netzhäutchen verkehrt entwerfen. Vielleicht aber sind auch die kleinen Fäserchen des Sehnervens schon so geordnet, daß die Bilder, die sich verkehrt im Auge entwerfen, durch solche Empfindungen ins Gehirn gebracht werden, als ob sie sich gerade gemahlet hätten.

(Warum man mit beiden Augen nur die Objeckte einfach siehet.)

Wenn wir zwei gesunde Augen haben, und wir wollen eine Sache betrachten, so wenden sich beide Augen nach derselben, so, daß beide Augenaxen gerade auf selbige gekehrt sind. Es geschiehet dieses ohne daß wir es wissen und es würde uns sehr schwer werden, es zu verhindern. Nun ist ganz gewiß, daß sich in jedem Auge ein besonderes Bild von dem Objeckte, das wir ansehn, entwirfet, indessen sehen wir doch alle Sachen nur einfach, da man glauben solte, weil sie sich in beiden Augen entwürfen, müßte man sie auch doppelt erblicken. Einige setzen den Grund, daß wir die Gegenstände nur einfach erblicken, darin, weil beide Sehenerven hinter den Augen endlich in einem zusammen wüchsen und daher nur durch einen Canal Erschütterungen ins Gehirn gebracht würden. Nun ist es wahr, daß die beiden Sehenerven hinter den Augen so nahe an einander kommen, daß es scheinet, als ob sie in einem

zusammen flössen, allein, daß sie wirklich in einem zusammen fliessen, haben viele Anatomicker verneinet. Bei dem Chamäleon scheinen beide Augennerven eben so mit einander vereinet zu werden, als bei dem Menschen, und er siehet offenbar mit jedem Auge andere Gegenstände. Hiezu kommt noch folgende Erfahrung: Wann man in einem sehr hellen Orte eine Zeit lang gewesen ist, so halte man das eine Auge zu und gehe sogleich in ein sehr finsteres Zimmer, wenn man nun alsdenn das zugehaltene Auge wieder öfnet, so wird man in selbigen einen schwachen glänzenden Schimmer empfinden, den man in dem andern nicht bemerket, ein Beweiß, daß ohngeachtet beide Sehenerven hinten zusammen kommen, dennoch zweierlei Empfindungen zugleich ins Gehirn gebracht werden können. Vermuthlich liegt der Grund, daß wir mit beiden Augen einerlei Objeckt sehen, darin, daß sich die Bilder in beiden Augen auf ähnlichen Stellen in Ansehung der Lage des Sehenervens mahlen und folglich auch einerlei Empfindungen auf beiden Sehenerven machen, und auch daher nur einerlei Empfindungen im Gehirn erregen, unsre Seele machet daraus den Schluß, daß sich auch nur ein Gegenstand ausserhalb des Auges befinde. Man drücke das eine Auge nur ein wenig, so wird man alle Bilder doppelt erblicken, und dieses bestätiget diesen Satz. Alsdenn mahlen sich die Bilder im gedruckten Auge nicht auf der Stelle, da sie sich im freien Auge entwerfen, wir bekommen zweierlei Empfindungen im Gehirn und wir sehen daher die Sache doppelt. Folgen-

des

des Experiment wird die Sache erläutern. (Fig. 21. a.) Man nehme ein Blatt Papier EHFG, mache in der Mitte ein Loch darin bei M, ohngefehr in der Grösse eines Pfennigs, setze ohngefehr anderthalb Ellen hinter dem Papier zwei Lichter C und D, man stelle sich hinter das Papier, so, daß die Augen in A und B sind und setze die Lichter in solcher Stellung hinterwärts, daß das Auge A nur das Licht D, und das Auge B nur das Licht C sehen kann, alsdenn wird man zwei Lichter und zwei Löcher erblicken, da doch nur ein Loch da ist, weil hier die Strahlen eines jeden Lichtes in jedem Auge auf einen andern Theil des Netzhäutgens fallen, machet man das Loch M weiter, so werden beide Lichter nur als ein einziges in der Gegend M erscheinen, weil beide Augenaxen nach M gerichtet sind, und man erblicket daher auch nur ein Bild des Lichtes in M. Leute, die schielen, richten zwar nicht beide Augenaxen an einen Ort, und man solte glauben, daß sie die Bilder doppelt erblicken müßten, wie Leute, die zu viel Wein getrunken haben, wovon ihre Nerven starr geworden sind, daher sie, so lange der Rausch dauert, ihre zwei Augenaxen nicht so geschwind nach einem Orte richten und daher alles doppelt sehen. Dieses begegnet den Schielenden nicht, sie sehen die Sachen einfach, vielleicht rühret dieses von der langen Uebung her, und ihre Seele machet alsdenn von ihren Empfindungen Schlüsse, welche die Seele derer machet, die nicht schielen, sondern ihre Augenaxen an einen Ort richten.

(Vom Schielen.)

Man sagt, daß jemand schiele, wenn sich seine Augenaxen nicht nach einerlei Ort hinwenden. De la Hire glaubte, dieser Fehler rühre nicht von einer Angewohnheit oder von einem Fehler der Muskeln her, sondern von einem Mangel im Auge selbst. Er sagt, bei den mehrsten Menschen sey das Netzhäutchen um die Augenaxe herum am empfindlichsten, und wir richteten daher die Augen so, daß das Bild nicht nur am deutlichsten würde, sondern auch auf den empfindlichsten Theil des Auges fiele. Wenn also bei Leuten der empfindlichste Theil des Netzhäutchens nicht um die Augenaxe, sondern anderswo wäre, so schieleten sie. Allein Robert Smith bemerket in seiner Optick aus ~~Jacins~~ Anmerkungen vom Schielen, daß, wenn dieses wahr wäre, ein Schielender allezeit das schielende Auge verdrehen würde, wann er das gesunde geschlossen hätte und alsdenn eine Sache mit dem schielenden Auge betrachtete. Aber dies geschiehet nicht, der Schielende siehet alsdenn eine Sache ganz gerade an, so bald er das gesunde Auge öfnet, fänget er wieder an zu schielen. Hieraus folgert er, daß der Schielende das Auge nicht verdrehet, um damit besser, sondern gar nicht damit zu sehen, denn unter solcher verschiedenen Stellung der Augen wird er mit dem schielenden Auge entweder gar nicht sehen, oder nur ein sehr undeutliches Bild darin bekommen. Er hält es für eine Angewohnheit, welche daraus leichtlich entstehen kann, wenn Kinder in der Wiege

so

so gelegt werden, daß sie das Licht oder einen andern Gegenstand nur mit einem Auge sehen können. Er glaubt, daß es ein sicheres Mittel sey, diesem Fehler abzuhelfen, wenn man dem Kinde, wenn es erst zu dem Alter gekommen ist, daß es die Richtungen bemerken kann, das verdrehete Auge zumachen lässet und ihm befiehlet, mit dem gesunden Auge einen Gegenstang zu betrachten, man beföhle ihm, sich äusserst zu bemühn, das Auge in dieser Lage zu erhalten und alsdenn auch das kranke Auge zu öffnen und auch damit eben den Gegenstand zu betrachten. Es würde ihm anfangs sehr schwer werden, das gesunde Auge alsdenn in der Stellung zu erhalten, allein durch Geduld und Zeit würde es endlich dieses bewerkstelligen und das Schielen sich abgewöhnen. Er führet das Beispiel eines jungen Knabens von 9 Jahre an, den er auf diese Art hätte curiren wollen und der auch gute Hofnung von sich gegeben hätte, der aber vor Endigung der Cur an den Pocken verstorben wäre.

Man siehet heller und deutlicher mit beiden Augen, als wenn man eines zuhält. Der Doctor Jurin hat über diesen Punkt Versuche angestellet, und hat befunden, daß eine Sache mit beiden Augen betrachtet ohngefehr $\frac{1}{13}$ heller aussiehet, als wenn man sie mit einem Auge ansieht.

Man mag aber eine Sache mit einem oder mit zweien Augen betrachtet, so bleibet doch ihre Grösse eben dieselbige, eben dieser Doctor Jurin hat dar-

über Erfahrungen angestellet und nie einen Unterschied in der Grösse der Bilder gefunden.

(Vom Sehewinkel.)

Von jedem Punkt eines Objeckts, das wir betrachten, kommen Lichtstrahlen in unser Auge, also auch von seinen Endpunkten. Der Winkel, welchen die Strahlen dieser Endpunkte in der kristallenen Linse mit einander machen, wird der Sehewinkel genennet. (Fig. 21. β.) Es sei AB ein Objeckt, die Strahlen, welche von seinen Endpuncktеn AB kommen, machen den Winkel O im Auge, welcher der Sehewinkel genennet wird. (Fig. 22.) Je näher oder je grösser die Sache ist, welche wir betrachten, je grösser ist der Winkel, unter welchem wir sie sehen, AD ist grösser, als BC, allein der Winkel AOD ist auch weit grösser, als der Winkel BOC. Wir urtheilen von der Grösse der Dinge nach den Winkeln, welche die Lichtstrahlen in unsern Augen machen, wenn nicht unsere Seele aus andern Gründen, als z. E. aus der Erfahrung von diesem Urtheil abgehen muß, wornach sich auch die Grösse des Bildes, welches auf dem Netzhäutchen entworfen wird, richtet. Nähere Dinge fallen unter einem weit grössern Winkel ins Auge, als entfernte, daher sie uns grösser zu seyn scheinen, als entfernte, wenn auch schon die entfernten sie an Grösse vielleicht weit übertreffen können. Hieraus lässet es sich auch erklären, warum die Gegenstände immer kleiner

werden, je mehr sie sich entfernen, ihr Sehungswinkel wird immer spitziger, und ihr Bild daher im Auge immer kleiner. Man kann hieraus erklären, warum es uns scheinet, als ob eine Allee immer spitziger werde, ohngeachtet die Bäume derselben wirklich in gerader Linie gepflanzet sind.

(Fig. 23.) AB, CD, EF, GH, IK sei ein Stück einer Allee, das Auge sei in O, je weiter die Bäume wegkommen, je spitziger wird der Winkel, welchen die Lichtstrahlen zweier gegen einander überstehender z. E. A B mit einander im Auge machen, je spitzer der Winkel wird, desto kleiner wird auch das Bild der Distanz A B im Auge, die Bäume scheinen also zusammen zurücken und die Allee hinten immer enger zu werden; aus gleichem Grunde scheinen auch die Bäume hinten in der Allee kleiner zu sein, als die vorne gepflanzet sind, ohngeachtet sie beiderseits von gleicher Höhe sein können.

Ohngeachtet Dinge, die unter einem spitzigern Winkel ins Auge fallen, ein kleiner Bild auf dem Netzhäutchen darstellen, als die unter einem grössern Winkel sich darin entwerfen, so urtheilet doch unsre Seele nicht allezeit hiernach, sie nimmt die Erfahrung zu Hülfe. Der einfältigste Mensch hält einen Thurm vor grösser, als einen nahen Baum, ohngeachtet von diesem sich ein weit grösser Bild auf seinem Netzhäutchen entwirft.

Wir können keine Sache ganz übersehen, deren Endpunktsstrahlen unter einem gar zu grossen oder vielmehr stumpfen Winkel ins Auge fallen. Es geschieht dieses, wenn der Gegenstand entweder gar zu nahe, oder gar zu groß ist, bei beiden Fällen kommen die Endstrahlen desselben nicht durch unsre Pupille.

(Fig. 24. ɔɔ.) A B ist ein Gegenstand, welcher sich nahe vor dem Auge befindet und ziemlich groß ist, seine Endstrahlen sind B F und A F, aber die machen auf der Hornhaut bei F einen stumpfen Winkel, und ob sie schon durch die Hornhaut kommen, kommen sie doch nicht durch die Pupille E, wie der Anblick der Figur dieses schon zeiget, und alle andere von den Endpunkten A und B auf die Hornhaut fallende Strahlen, kommen gleichfalls nicht durch die Pupille, wie solches auch aus der Figur deutlich erhellet. Entfernt man ein solches Objeckt weiter, so wird der Winkel bei F spitziger, die Endstrahlen können durch die Pupille kommen, und wir können den ganzen Gegenstand übersehen. Die Anweisungen zur Optick geben gewöhnlich den Winkel, unter welchem wir eine Sache sehen können, 90 Grad an, allein die Erfahrung zeiget es uns, daß er 90 Grad übertrifft, wir können fast den halben Horizont übersehen, welches weit mehr als 90 Grad ist.

Wenn zwei neben einander stehende Sachen unter sehr spitzigen Winkeln gesehen werden, so scheinen sie

sie einander sehr nahe zu sein, ob sie schon sehr weit von einander entfernt sind. Die Ursache davon liegt in den kleinen Bildern, die sich von den zwischen ihnen liegenden Dingen im Auge mahlete. So scheinen uns zwei entfernte Berge, die sehr weit von einander liegen, nahe zusammen zu sein, und wie nahe scheinen uns nicht die Sterne an einander zu sein, die doch ungeheuer weit von einander entfernt sind.

Der Sehungswinkel einer Sache wird immer kleiner, je weiter sie sich von Auge entfernt. Ist aber ein Gegenstand sehr weit entfernt, so wird sein Sehungswinkel nicht merklich kleiner, als eines andern Gegenstandes, der zwar noch sehr weit, ob schon nicht so weit, als der erste entfernet ist. Beider Sehungswinkel war schon sehr klein, daher wird auch ihr Unterschied so klein, daß wir ihn nicht bemerken. Die Entfernungen der himmlischen Körper sind sehr unterschieden, allein sie scheinen uns alle gleich weit zu sein, der Unterschied ihrer Sehungswinkel machet in unserm Auge nicht viel. Indessen verursachet es auch dieses mit, daß wir sie gleich weit halten, weil wir keine Gegenstände zwischen ihnen ~~entwerfen~~ [urtheilen], wodurch wir ihre Entfernung von einander gleichsam mit den Augen messen und beurtheilen. Wir beurtheilen aber die Entfernung der Dinge aus dem Winkel, den gleichsam beide Augenaxen mit dem Objeckte machen, ist derselbe spitz, so urtheilen wir, die Sache sei ferne, ist er stumpf, so halten wir sie für nahe. (Fig.

24. §.) Der Winkel bei A ist viel spitzer, als der bei B, und A scheinet uns daher, wenn die andern Umstände mit übereinkommen, weiter zu sein. Wir urtheilen aber von diesen Winkeln mit beiden Augen, und daher kommt es auch, daß die Einäugigen nicht gut eine Entfernung beurtheilen können. Endlich lehret es sie die lange Uebung.

Wir nehmen bei den Urtheilen der Seele über die Entfernung eines Gegenstandes noch mehr Dinge zu Hülfe, wir ziehen gleichfalls seine scheinbare Grösse gegen die um uns herumstehende Dinge in Ueberlegung, wie auch die Deutlichkeit seines Bildes. Daher mahlen die Mahler entfernte Sachen undeutlich und klein. Man beurtheilet die Entfernung der Dinge gleichfalls mit aus dem hellen Lichte, welches sie von sich werfen. Wir beurtheilen sie endlich nach den Gegenständen, die wir zwischen ihnen finden, aus deren Grösse, Deutlichkeit und Helligkeit wir auf die Entfernung des Hauptobjeckts schliessen. Daher scheinen uns Sonne, Mond, Sterne und Wolken gleich weit zu sein, weil wir keine Gegenstände zwischen ihnen erblicken, wie wir oben gesagt haben.

Wird der Sehungswinkel einer Sache sehr klein, so verschwindet sie endlich ganz, wir sehen daher sehr entfernte oder sehr kleine Dinge nicht, das Bild, welches sie im Auge entworfen, ist zu klein, als daß es fühlbar wäre.

Wir gehen zu der Erklärung anderer Erscheinungen fort. Wenn zwei Dinge schief neben einander in Ansehung des Auges stehen, so scheinen sie näher bei einander zu sein, als sie wirklich sind.

(Fig. 25.) Zwei Bäume A, B stehen in der Entfernung von C D, das Auge sei in O, hier sind sie in Ansehung des Auges in einer schiefen Lage, allein sie werden dem Auge nicht in der Entfernung C D, sondern in der Entfernung von C E, von einander zu sein scheinen, diese Entfernung C, von E ist viel kleiner, als C D, denn der Winkel O wird nicht durch die Entfernung C D, sondern C E gemessen, welche beide Punkt C E vom Auge gleich weit abstehen, und wir beurtheilen die Entfernungen der Gegenstände von einander nach ihren Winkeln, die sie im Auge machen. Hiedurch kann man es erklären, wie es zugehe, wenn man zwei Thürme in einer Stadt nahe bei einander siehet, die, wenn man von einer andern Seite kommt, weiter von einander entfernt zu sein scheinen.

Wenn wir auf einem Thurme uns befinden, so scheinen uns die Gegenstände unten auf der Erde weit kleiner zu sein, als sie uns scheinen würden, wenn wir eben so weit auf der Erde von ihnen entfernet wären. Gleichfalls scheinen uns die Dinge in der Höhe weit kleiner, als sie uns scheinen würden, wenn sie eben so weit auf der Erde von uns entfernt wären. Der Grund ist bei beiden einerlei, und die 26ste und 27ste Figur wird dieses erklären.

(Fig. 26.) Es stehe ein Objeckt A B einmal gerade gegen dem Auge über, so, daß B O so lang ist, als A O, und das Auge sei in O. Das Objeckt bleibe an der Stelle, und das Auge sei oben o in Ø, der Winkel bei Ø hat zu seiner Maaße in dieser Stellung die Länge A B und der Winkel bei o Ø die Länge A C, beide Entfernungen sind gleich, allein A C ist viel kleiner, als A B und daher der Winkel bei o viel kleiner, als der bei O, daher wird auch das Bild A B sich in dem Auge, das in der Höhe ist, viel kleiner schildern, als dem Auge, das sich in gerader Linie mit ihm an der Erde befindet, oder welches so stehet, daß der Winkel A B O am Objeckte ein rechter Winkel ist, folglich auch das Objeckt A B uns alsdenn kleiner vorkommen, wenn wir uns in der Höhe befinden, als wenn wir in eben der Entfernung gerade gegen über sind. (Fig. 27.) Eben so, wenn das Auge unten in O stehet, wird ihm das Objeckt A B weit kleiner vorkommen, als wenn es gerade gegen über in O stehet. Denn der Winkel in o, der durch C B gemessen wird, ist weit kleiner, als der Winkel in O, welcher durch A B gemessen wird. *) Aus diesen Gründen, scheinen uns Leute, die wir auf der Strasse gehen sehen, wenn wir uns selbst auf einem

*) Ich habe nicht nöthig zu erinnern, daß in beiden Figuren O und o keine Peripherie-Winkel sein müssen, die auf die Sehne A B stehen, denn sonst erscheinen die Gegenstände gleich groß. Unmathematischen Leseru ist dieser Ausdruck unbekannt, und mathematische wissen es ohne dem; zu der gewöhnlichen Erscheinung ist diese Erklärnng hinreichend.

einem hohen Thurme befinden, viel kleiner zu sein, als sie uns in einer gleichen geraden Entfernung vom Auge vorkommen. Ein Knopf und ein Wetterhahn auf einem Thurme scheinen viel kleiner zu sein, als sie uns auf der Erde vorkommen, wenn wir sie auch in einer gleichen Entfernung erblicken. Man kann aus diesen Grundsätzen es bestimmen, wie groß eine Sache sein muß, wenn sie uns bei einer bestimmten Höhe unter einer bestimmten Grösse vorkommen soll.

(Von der Grösse der Bilder auf dem Netzhäutchen.)

Man wird sich leicht vorstellen, daß die Bilder, welche sich von den Gegenständen auf dem Netzhäutchen entwerfen, ungemein klein sein müssen. Wir wollen versuchen, ob sich dieses ohngefähr bestimmen lässet. (Fig. 28.) Die Endstrahlen des Objeckts BE, wenn sie in das Auge ADF fallen, kreuzen sich in der krystallenen Linse, wie wir oben gezeiget haben, und entwerfen alsdenn das Bild in DF, aber verkehrt im Auge. Man kann alle die Lichtstrahlen, die von Gegenständen kommen, als einen Kegel ansehen, dessen Grundfläche das Objeckt, und dessen Spitze auf der Linse ist, oder wenn dieses ungeometrischen Lesern deutlicher ist, man kann sie als einen Triangel betrachen, dessen ~~breite~~ Grund Seiten hier BE und seine Spitze A ist, wenn sich die Lichtstrahlen durchkreuzet haben, machen sie wieder einen Triangel, dessen Spitze in der Linse

und

und seine Grundfläche auf dem Netzhäutchen ist. Aus der Geometrie kann man es annehmen, daß sich diese beide Triangel ABE und ADF einander ähnlich sind, und daß ich aus einigen mir bekannten Theilen derselben die andern finden kann. Mir ist z. E. die Höhe des Thurms BE bekannt, imgleichen auch die Länge AE, die hier die Entfernung von meinem Auge ist, imgleichen auch die Länge AD, als die Dicke der krystallenen und gläsern Feuchtigkeit, oder die Länge des Orts, wo sich die Lichtstrahlen kreuzen, bis an das Netzhäutchen, wo sich das Bild entwirft: so kann ich nach proportions-Regeln daraus die Länge DF finden, welches die Länge des Bildes im Auge ist, ich kann schliessen, EA verhält sich zu BE, wie AD zu DF.

Es sei BE ein Thurm, der 400 Fuß oder 4000 Zoll hoch ist, man sehe ihn in der Entfernung von einer Meile, welche 2000 Ruthen ausmacht, das in Zolle verwandelt 200000 Zolle giebt, dieses ist also die Entfernung EA, die Entfernung von dem Orte, wo sich die Strahlen kreuzen bis ans Netzhäutchen, wo sich das Bild entwirft, sei 8 Linien oder $\frac{4}{7}$ Zoll, hier die Länge AD. So kann ich schliessen 200000 Zoll: 4000 Zoll = $\frac{4}{7}$ Zoll: $\frac{4000\frac{4}{7}}{200000}$. Dieses ist nach der gemeinen Regel de Tri geschlossen, und der letztere Satz, der durch die Multiplication der beiden mittleren Glieder und der Division des Products durch das erstere entsteht,

steht, giebt mir die verlangte Länge D F, die Länge des Bildes auf dem Netzhäutchen. Es wird hier sein $\frac{4}{25}$ oder beinahe $\frac{1}{6}$ einer Linie. Wenn man also die Grösse des Objeckts mit der Länge der Entfernung der Linse von dem Netzhäutchen multipliciret, und dieses Produckt durch die Länge der Entfernung des Gegenstandes vom Auge dividiret: so giebt mir der Quotient die Grösse des Bildes im Auge. Da aber die Linse sich nach der Entfernung der Dinge entweder dem Netzhäutchen nähert oder davon entfernet, imgleichen die Objeckte nicht allezeit in solcher Lage stehn, daß in mathematischer Schärfe der Triangel A B E dem Triangel A D F ähnlich ist, so wird diese Rechnung doch nicht mit mathematischer Schärfe geführet werden können. Indessen kann man sie doch so ohngefähr machen. Weil die Bilder sich so sehr klein auf dem Netzhäutchen mahlen, die schon eine ziemliche Grösse haben, so wird es hieraus um so viel begreiflicher sein, warum wir sehr kleine Dinge, die weit entfernet sind, nicht sehen können, weil ihr Bild im Auge unbegreiflich klein wird. Man mache einen weissen Cirkel an die Wand, man gehe 5156mal so weit davon, als der Durchmesser des Cirkels ist, so wird man ihn schwerlich sehen können, man siehet ihn alsdenn unter einem Winkel von 40 Secunden, und sein Bild nur $\frac{9}{6\,36}$ einer Linie sein. Zwar in der Nähe kann man Sachen unter einem weit kleinern Winkel und unter einem weit kleinern Bilde im Auge sehen. D. Jurin bemerkt, daß man einen seidenen Faden, der $\frac{1}{1943}$ Zolls dick gewesen,

auf

auf einem Papier in der Entfernung von 40 Zollen vom Auge noch habe sehen können, da er nur unter einem Winkel von $2\frac{1}{2}$ Secunde ins Auge fiel, und sein Bild nur $\frac{1}{9743}$ einer Linie im Auge groß war. Indessen kömmt hiebei auch vieles auf die Helligkeit des Objeckts an, und wie es sich von andern Dingen unterscheidet; man siehet Sterne, die unter einem Winkel von einer Secunde ins Auge fallen.

Man hat aus allen solchen Observationen Schlüsse auf die Grösse der Fäserchen machen wollen, welche das Nervensystem ausmachen, woraus das Netzhäutchen besteht. Allein man wird nach einiger Ueberlegung gleich einsehen, daß diese Dinge hiezu noch nicht hinreichend waren.

Da sich das Licht in geraden Linien beweget, so werden wir alle Dinge sehen können, von welchen bis an unser Auge eine gerade Linie kann gezogen werden. Und aus eben dem Grunde wird man uns von dem Orte, den wir sehen, allezeit auch betrachten können.

Wir haben oben bemerkt, daß wir dadurch sehen, weil sich von den Gegenständen ein Bild auf unserm Netzhäutchen entwirft, dieses Bild entwirft sich daher, weil die Lichtstrahlen in den Feuchtigkeiten des Auges gebrochen, und die von einem Orte des Objeckts kommen, auch wieder an einem Orte des Netzhäutchens vereiniget werden. Allein bei nahen Gegenständen fahren die Strahlen in Ansehung unsers Auges weit mehr aus einander, als

bei entfernten, und viele ~~daraus einfahrende~~ auskommende kommen auf unser Auge, es mußte also der Vereinigungs-Punckt solcher Strahlen weit hinter dem Netzhäutchen sein. Von den entfernten Gegenständen kommen nur die nahe an einander liegenden Strahlen in unser Auge und also mußten daher die Strahlen schon vor dem Netzhäutchen vereiniget werden. Bei beiden Fällen würde sich nur ein dunkel Bild im Auge entwerfen, weil nicht alle Lichtstrahlen wieder auf einen Punkt vereiniget wären, also ein confuses Bild entwürfen. Dieses würde gewiß geschehen, wenn alle Theile unsers Auges bei der verschiedenen Entfernung der Dinge beständig in einer Lage und Stellung blieben. Aber der weise Schöpfer hat dafür gesorgt, daß wir weite und nahe Dinge gleich deutlich sehen sollten. Vermuthlich geschiehet dieses so wohl durch die Veränderung der Lage der Linse, als auch durch die Veränderung ihrer Figur. Man entfernet bei nahen Gegenständen das Glas in der Camera obscura etwas mehr von der weissen Wand, und rücket es bei entfernten nähern. Vermuthlich geschiehet dieses im Auge durch die Processus ciliares, welche die Lage der Linse nach der Entfernung der Gegenstände verändern, und sie bei nahen Gegenständen mehr nach der Pupille, und bei entfernten mehr nach dem Netzhäutchen ziehen. Indessen wäre doch dieses wohl nicht zureichend, uns die verschieden entlegenen Objeckte deutlich zu schildern, ohngeachtet die Linse ein Segment einer kleinen Kugel ist, vermuthlich wird auch die Figur der Feuchtig-

keiten im Auge verändert, und die krumme Linie, welche ihre Oberfläche bestimmt, bald platter, bald erhabener gemacht, und dieses wird vermuthlich durch die Bewegung der Muskeln des Auges bewerkstelliget, die seine ganze Figur länglichter oder platter machen, nachdem es die Umstände erfodern.

(Von gesunden und fehlerhaften Augen.)

Die Augen derer, welche so wohl in der Nähe als Ferne gut sehen können, sind gesund, allein diesen Vorzug haben nicht alle Menschen. Man findet viele, welche nur Dinge deutlich sehen können, die sehr nahe vor ihnen sind, und von den entfernten nur ein schimmerndes und undeutliches Bild empfinden. Andere können nur weit entlegene Dinge deutlich sehen, und was nahe vor ihnen ist, ist ihnen undeutlich.

(Von der Kurzsichtigkeit.)

Der Fehler der Kurzsichtigkeit kann aus verschiedenen Ursachen herrühren. Ist die Hornhaut sehr erhaben, so kömmt viel Licht ins Auge, die Gegenstände werden deutlich, aber nur von nahen Dingen, denn die Strahlen werden durch die starke Brechung, die durch die zu sehr erhabene Hornhaut, folglich auch zu sehr erhabene wäßrichte Feuchtigkeit geschiehet, so sehr nahe an einander gebracht, daß die Lichtstrahlen von fernen Dingen, die unter sehr spitzigen Winkeln auffallen, und daher

her einander ohnedem schon nahe sind, noch vor dem Netzhäutchen vereiniget werden, und also kein deutliches Bild auf dem Netzhäutchen entwerfen können. Nur sehr nahe Dinge, die unter keinem so spitzigen Winkeln auffallen, werden solchen Leuten deutlich sein, ja sie müssen solche so nahe betrachten, als sie kein gesundes Auge betrachten kann. Die Strahlen solcher nahen Gegenstände, die sonst in Ansehung des Auges sehr aus einander fahren, werden bei solchen Leuten auch durch die sehr erhabene Hornhaut stark genug gebrochen, und in einem Punkt auf dem Netzhäutchen vereiniget.

Wenn die Linse im Auge zu sehr erhaben ist, so ist das Auge gleichfalls kurzsichtig. Dinge, die ich durch ein sehr erhaben geschliffen Glas betrachte, müssen mir nahe sein, wenn ich sie deutlich betrachten soll, und eben so gehet es denen Leuten, deren Linse zu erhaben ist, sie können bloß die Dinge, die sie in der Nähe betrachten, deutlich bemerken.

Eben dieser Fehler entstehet auch aus der Lage der Linse. Wir haben oben gesagt, daß die Linse im menschlichen Auge beweglich sei, und bei nahen Gegenständen durch den Druck der Muskeln näher an die Pupille, und bei entfernten näher an das Netzhäutchen gebracht werde, so wie ich in einer Camera obscura das Linsenglas bei nahen Gegenständen weiter von der weissen Wand wegbringe, nnd bei entfernten näher hinzurücke. Geschiehet dieses öfters und dauert es lange, daß sich die Linse in dieser Stellung befindet, so bleibet sie endlich in

solcher Lage, wozu sie so oft gewöhnet ist, solche Leute bekommen alsdenn ein kurzes Gesicht. Daher findet man, daß Gelehrte, Mahler und Künstler, weil sie öfters nahe Gegenstände betrachten, der Gelehrte beim Lesen, und die andern bei ihrer feinen Arbeit, gewöhnlich ein kurzes Gesicht haben. Indessen geschiehet dieses nicht allezeit, und man kann ein kurzes Gesicht nicht zum Maaßstabe der Gelehrsamkeit annehmen, indem es viele Gelehrte giebt, die ein kurzes Gesicht haben, die doch sorgfältig die Gelegenheit vermeiden, es zu bekommen. und es wie jener Domherr machen, von dem Hagedorn sagt:

Er spart sich dem gemeinen Wesen,
Und glaubt, was jener Alte schrieb,
Den Augen schadet vieles Lesen,
Und sein Paar Augen sind ihm lieb.

(Von den Augen die nur in die Ferne gut sehen können.)

Ist die Hornhaut oder Linse zu platt, oder die Linse zu nahe an dem Netzhäutchen, so erfolget das Gegentheil. Solche Leute können entfernte Dinge recht gut sehen, aber die nahen nicht deutlich betrachten. Der Vereinigungs-Punkt der Strahlen von nahen Gegenständen wird bei solchen Leuten erst hinter dem Netzhäutchen sich befinden, weil die Strahlen nicht genug in den Feuchtigkeiten des Auges gebrochen werden. Fernere Dinge werden sie sehr

gut sehen, weil deren Strahlen nicht solcher star-ken Brechung bedürfen, um auf dem Netzhäut-chen vereinigt zu werden. Man findet dieses bei alten Leuten, deren Hornhaut platter wird, weil sich die Säfte verliehren, imgleichen bei Reisenden, Schiffern, Jägern, Bauern und allen solchen Leu-ten, die weit in die Ferne sehen müssen, und deren Linse sich leichtlich an solche Lage gewöhnet.

Man wird diese Fehler des Auges vermeiden, wenn man ofte abwechselt, und bald nahe, bald entfernte Sachen betrachtet, oder, wenn man kurz-sichtig ist, sich öfters übet, entfernte Sachen zu be-trachten, und wenn man nur in die Ferne gut sie-het, öfters nahe Dinge zu bemerken suchet.

Die geschliffenen Gläser sind solchen Leuten, welche eben gedachten Fehler der Augen haben, sehr vortheilhaft, sie ersetzen den Fehler der Augen sehr gut. Der Kurzsichtige betrachtet entlegene Dinge und der Weitsichtige die nähern dadurch deutlich. Denen Kurzsichtigen dienen die hohlgeschliffenen Gläser, welche die Strahlen, die sonst durch die zu sehr erhabene Hornhaut und andere Fehler des Auges sich zu bald vereinigen würden, erstlich wei-ter aus einander bringen und mehr zerstreuen, wie wir oben diese Eigenschaft der hohlgeschliffenen Glä-ser bemerket haben. Die Weitsichtigen brauchen erhabene Gläser, um nahe Dinge gut zu betrachten, weil diese die Strahlen sammlen und sie näher zu-sammen bringen, die sonst bei den Fehlern ihres

Auges nicht genug gebrochen werden. Zwar dienen nicht alle Arten der hohlgeschliffenen Gläser allen Kurzsichtigen, und nicht alle erhabene allen Weitsichtigen, sie müssen sich zu den Fehlern ihres Auges schicken, und nach denselben mehr oder weniger hohl und mehr oder weniger erhaben sein. Der Versuch ist hierin die beste Regel, und es wird solchen Leuten gleichsam ein Flor vor den Augen weggenommen, wenn sie durch ein Glas sehen, welches sich zu ihren Augen schicket. Diese Erfindung ist für das menschliche Geschlecht so heilsam, daß ich hoffe, meine Leser werden es mir verzeihen, wenn ich hier eine kleine Ausschweifung mache, und etwas von der Zeit der Erfindung dieser erhaben oder hohlgeschliffenen Augengläser, welche man mit einem allgemeinen Worte Brillen nennet, gedenke.

(Von Erfindung der Augengläser.)

Man findet nicht, daß die Alten solche gekannt hätten, und man muß ihre Erfindung daher in die neuern Zeiten setzen. Zwar haben einige Verehrer des Alterthums aus dem Plautus eine Stelle anführen wollen, die etwas von geschliffenen *) Gläsern erwehnte; andere Gelehrte aber haben ihnen gezeiget, daß solche Stelle sich gar nicht im Plautus befände. In des Plinius Naturgeschichte findet sich gleichfalls das Wort Specillum, er sagt, daß der

*) Die Stelle sollte heissen: Cedo Vitrum necesse est conspicillo vti. Pancirollus führet sie an im 10ten Buche de rebus inuentis Tit. 15. Vossius hält sie für erdichtet.

der Arzt Julius plötzlich gestorben sei, dum inungit, specillum per oculum trahens. Hier muß bei inungit ein Comma gemacht werden, und alsdenn heißt die Stelle: Der Arzt Julius sei plötzlich gestorben, da er ein Auge salbete, und eine Sonde dadurch gezogen hatte. Menage führet in seinem Buche: Origini della lingua Italiana bei den Worten ochiali di Galilæi an, daß ihm Herr du Cange gesagt habe, in der königlichen Bibliothek fände sich ein griechisch Gedichte in Manuscript, wovon der Verfasser um das Jahr 1150 gelebet habe, dieser sage von den Aerzten, sie betrachteten den Unflath der Kranken durch ein Glas. Vermuthlich wird hiedurch das Urin-Besehen verstanden, welches durch ein Glas geschiehet. Arias Montanus, ein gelehrter Mann des 16ten Jahrhunderts, glaubet, in der Geschichte von der Versuchung Christi einen Beweis für das Alterthum der optischen Gläser gefunden zu haben. Er meinet, daß der Satan durch ein Teleskop dem Heilande alle Reiche der Welt und ihre Herrlichkeit gezeiget habe. Es ist nicht nöthig, diesen Gedanken zu widerlegen. Vermuthlich zeigte der Versucher dem Heilande das Land, das er von dem hohen Berge übersehen konnte, und machte ihm eine lebhafte Beschreibung von den andern Ländern der Welt, die er ihm zu geben versprach.

Einen Einwurf, der wichtiger ist, machen diejenigen, die für das Alterthum der geschliffenen Gläser streiten, aus einer Nachricht des Diodorus

Siculus, *) dieser sagt, daß Hecatäus **) und einige andere Schriftsteller erzählen, es sei eine gewisse Insel, die so groß sei, als Sicilien, sie liege den Galliern gegen über, nahe am Weltmeer und gegen den Nordpol. In dieser Insel wären Priester, welche über eine königliche Stadt regierten, die Borcaden genennet werden. Man kann in dieser Insel den Mond ganz nahe sehen, und bemerke an seinem Körper Erhöhungen und Vertiefungen ꝛc. Aus dieser Stelle suchet man das Alterthum der optischen Gläser zu beweisen ***). Allein sollte wohl das Alterthum dieser Gläser daraus folgen? Kann man nicht mit blossen Augen Flecken im Monde sehen, die man für Vertiefungen halten kann? Und was das anbetrift, daß man den Mond nahe sehen könne, sollte vielleicht Hecatäus nicht geglaubet haben, daß dieses von der Lage dieser Insel herrühre, und daß der Mond den Ländern am Nordpol näher wäre, als andern Ländern. Wenigstens glaube ich nicht, daß sich aus dieser Stelle das Alterthum der geschliffenen Gläser erweisen lässet.

Endlich sagt uns Mabillon, daß er in der Diecöse Treßingen in Deutschland in der Abtei Schair eine scholastische Historie vom Comestor gefunden, die um das Jahr 1240 geschrieben, vor welcher die

*) Diod. Siculus Lib. II. Cap. 47.

**) Hecatäus soll zur Zeit Alexander des Grossen gelebet haben.

***) La Motte Abhandlung vom Alterthum der Ferngläser. Hamb. Magazin 1ster Band, pag. 192.

die sieben freien Künste, und unter denen die Astronomie mit einem langen Rohr, wodurch sie nach den Sternen siehet, abgemahlet gewesen. Allein daraus folget nichts für das Alterthum der optischen Gläser, man kann sich zu der Zeit eines langen Rohrs bedienet haben, um die Sterne, die man betrachten wollte, desto deutlicher zu erkennen, wie man denn wirklich, wenn man durch ein hohles Rohr, oder nur durch die hohle Haud einen Gegenstand betrachtet, denselben viel lebhafter erkennt, und es folget gar nicht, daß in diesem Rohr geschliffene Gläser gewesen sind. Am Ende des 13ten Jahrhunderts finden wir erstlich, daß die Augengläser bekanter geworden sind.

In dem Wörterbuche der Academia della Crusca stehet bei dem Worte ochiale, daß der Bruder Jordan de Rivalto, der 1311 zu Pisa gestorben ist, in einer Predigt, die er 1305 gehalten hat, sage, es sei noch nicht zwanzig Jahr, daß die Augengläser erfunden wären, und diese Erfindung sehr rühme. Bernhard Gordon, ein Arzt zu Montpellier, preiset in eben diesem Jahre 1305 in seinem Buche lilium Medicinæ eine Augesalbe sehr an, er sagt, sie habe solche Eigenschaften, daß sie die Augen alter Leute so sehr stärke, daß sie ohne Brillen lesen könnten.

Wer der Erfinder der Brillen eigentlich gewesen, ist unbekannt. Auf dem Grabmale des Salvini, eines Florentinischen Edelmanns, der 1317 gestorben ist, stehet, daß er die Brillen erfunden

habe; aber vermuthlich hat er nur diese Kunst von andern erlernet. Alexander de Tzina, der 1313 gestorben ist, hat auch die Kunst, Gläser zu schleifen, gewußt, wie dieses Redi bezeuget *). Früher wie beide scheinet Roger Bacon, ein Engländer diese Kunst gewußt zu haben. Er war ein überaus geschickter Mann, und daher hielt man ihn in den damaligen finstern Zeiten für einen Hexenmeister und warf ihn ins Gefängniß, worin er nach den Zeugnissen einiger Schriftsteller bis an seinem Tod geblieben ist, der in dem 78sten Jahre seines Alters erfolgte. Er verstarb 1292, und hat ein Buch von der Perspectiv geschrieben, worin von Polirung der Gläser etwas vorkommt. Indessen kann man doch nicht genau bestimmen, wer der Erfinder dieser nützlichen Wissenschaft sei. Dieses ist ganz klar, daß sie gegen das Ende des 13ten Jahrhunderts erfunden ist. Vermuthlich hat ein ungefehrer Zufall die Gelegenheit dazu gegeben, und vielleicht war der Erfinder ein Mönch, bei welchen zu der Zeit nur noch einige Kenntniß und Wissenschaft anzutreffen war. Ich kehre wiederum zu meiner Materie zurück.

(Wie viel man auf einmal übersiehet.)

Wenn wir auch die besten Augen haben: so übersehen wir doch nur einen kleinen Theil eines Gegenstandes auf einmal recht deutlich, und alles andere desselben nur dunkel. Man nehme ein auf-

ge-

*) Journal des Sçavans 1679. pag. 52.

geschlagenes Buch, und betrachte seine bedruckte Seiten auf einmal, so wird man nichts lesen können. Man siehet, wenn man lesen will, jedes einzelne Wort, ja jeden einzeln Buchstaben an. Man siehet freilich die andern auch nachher sehr schnell, und da der Eindruck des ersten eine Bewegung im Gehirn verursachet, die noch fortdauert, wenn die Bewegung hinzukommt, die das Bild des andern auf dem Netzhäutchen, und durch den Sehenerven im Gehirn machet: so glauben wir, wenn wir nicht genau auf uns Achtung geben, wir haben vieles auf einmal übersehen. Der Eindruck jeder einzelner Flächen dauert fort, bis unsre Seele sich das ganze Bild vorgestellet hat. Neuton glaubet, daß der Eindruck des Gesehenen eine Secunde fortdaure. Vermuthlich wird seine Dauer sich nach den schwachen oder starken Eindruck richten, welchen die Bilder auf dem Netzhäutchen gemacht haben, und wodurch die Erschütterung der Gehirn-Fäserchen stark oder schwach geworden ist.

Ob wir eine Sache recht deutlich sehen, kommt auf folgende Umstände an, 1) daß unsre Augen vollkommen gut sind, so daß die Strahlen darin gehörig gebrochen, und die von einem Punkt des Objects kommen, wieder auf einen Punckt des Netzhäutchens vereiniget werden. 2) daß die Gegenstände nicht zu hell und nicht zu dunkel sind. Die Sonne ist für unsre Augen zu helle, und wir können nicht hineinsehen, da wir den Mond ganz gut mit bloßen Augen betrachten können, und gar zu dun-

kele Gegenstände rühren das Auge nicht. 3) daß die Oefnung des Auges nicht zu groß sei, weil sonst zu viel Licht hineinfällt. Leute, deren Augen sehr vorausstehen, können nicht so scharf sehen, als solche, deren Augen tiefer im Kopfe liegen. Und vermuthlich sehen auch Leute, die schwarze Augenbraunen und Augenwimmern haben, sehr deutlich, weil alles fremde Licht dadurch noch mehr abgehalten wird. Endlich 4) sehen wir deutlich, wenn wir eine Sache lange und aufmerksam betrachten.

Entfernte Gegenstände behalten Licht genug, ein Bild im Auge zu entwerfen, das sich nach ihrer Entfernung richtet. Man sollte meinen, daß sie ganz dunkel sein, und kein Bild im Auge entwerfen könnten, weil sie weit weniger Lichtstrahlen nach unsern Augen schicken können, als die nahen Gegenstände. Allein die entfernten Gegenstände werden in eben dem Verhältniß ein kleiner Bild im Auge entwerfen, als ihre Entfernung zunimmt. Eine Sache, wenn sie nochmal so weit entfernet ist, schickt mir zwar viermal weniger Licht zu, aber sie entwirft auch ein viermal kleiners Bild im Auge.

(Einige täglich vorkommende optische Erscheinungen. —

Warum ein viereckter Thurm in der Ferne rund scheine.)

Wenn wir von einem Gegenstande, der eckicht ist, sehr entfernt sind, so scheinet er rund zu sein.

Ein

Ein viereckter oder auch ein vieleckter Thurm scheinet rund, da doch ein jedes Eck unter einem andern Winkel Lichtstrahlen ins Auge schicket. Dieses ist gewiß, allein die Winkel sind in Betracht der Entfernung so unendlich wenig unterschieden, daß sie von dem Auge nicht empfunden und bemerket werden, und daher verschwinden sie und scheinen rund zu sein. Wenn man sich an Oertern befindet, wo man eine sehr weite Aussicht hat, so scheinen uns die entfernten Gegenstände, zum Ex. Hölzer und Berge im Cirkel zu liegen, da sie doch sehr verschieden entfernt sein können. Die Ursache liegt darin, daß diese verschiedene Entfernungen, welche diese Dinge unter einander haben, nur klein sind in Betrachtung der Entfernung vom Auge, welche sie alle mit einander gemein haben; denn wenn zwei Dinge, beide sehr weit sind, und sich noch dazu keine Objeckte zwischen ihnen befinden, so scheinen sie uns alle gleich weit entfernt zu sein, weil die Verschiedenheit der Winkel, unter welchen sie aufs Auge fallen, nicht mehr beträchtlich ist. Die Dinge müssen uns alle in gleicher Entfernung vorkommen, und da wir rund ym uns herum, oder doch einen grossen Theil um uns her, solche gleich entfernt zu sein scheinende Objeckte erblicken, so müssen sie uns im Cirkel zu liegen scheinen. Denn wenn ich von einem Punkte nach allen Seiten gleich lange linien ziehe, und durch ihre Endpunkte wieder eine Linie herum lege, so entstehet ein Cirkel.

(Warum es scheinet als ob ein hoher Thurm überhange.)

Wenn man nicht weit von einem hohen Thurme stehet und an ihm herauf siehet, so scheinet er nach dem Auge zu überzuhangen, ohngeachtet er sehr grade stehet. Zwei parallele grade Linien scheinen zusammen zu laufen, wenn sie etwas lang sind, weil die Strahlen von ihnen, und auch die von dem Zwischenraume immer unter spitzern Winkeln fallen. Man erinnere sich hier, was ich oben von einer Allee gesagt habe, die immer enger zu werden scheinet. Eben dieses ist die Ursach, daß es scheinet, als ob ein Thurm überhänge. Der Zuschauer vergleichet die grade Linie des Thurms mit der graden Linie, die er sich in Gedanken an einem andern Orte vorstellet. Dieses sind zwei Parallelen, die Strahlen von dem obersten Zwischenraum dieser Parallelen fallen unter spitzern Winkeln auf, eben wie bei einer Allee, und daher scheinet der obere Theil der graden Linie des Thurms nach der Seite des Zuschauers über sich zu hängen. Eben dieses erblicket man an Statüen, welche sehr hoch aufgestellet sind, aus der Ursache pflegt man sie auch etwas zurück gelehnet aufzurichten, damit sie unten dem Zuschauer als grade stehend vorkommen mögen.

(Wie ein helles Licht ein schwächeres verdunkele.)

Ein helles Licht verdunkelt ein schwaches, so daß wir gar keine Empfindungen davon haben.

Daher

Daher sehen wir bei Tage die Sterne nicht, ob sie sich schon wirklich am Himmel befinden; ihr Licht ist gegen das Sonnenlicht viel zu schwach, als daß wir es empfinden sollten. Daher kommt es, daß man des Abends, wenn man sich in einem erleuchteten Zimmer befindet, diejenigen nicht siehet, die etwa auf der Gasse, vor dem Fenster stehen, ohngeachtet diese alles recht gut sehen können, was im Zimmer geschiehet. Das wenige Licht, welches des Abends von aussen in das Zimmer, welches erleuchtet ist, fället, und wenn auch nur ein Licht darin brennet, verursachet den Augen desjenigen, der im Zimmer ist, keine merkliche Empfindung, es wird durch die Empfindung des hellern Lichts im Zimmer verdunkelt, man siehet also die Gegenstände auch nicht, von denen diese wenigen Lichtstrahlen herkommen. Bei dem, der draussen ist, verhält es sich ganz anders, die Gegenstände im Zimmer schicken ein weit hellers Licht in sein Auge, als die sich draussen befinden, und sie werden ihm also sehr sichtbar sein.

Man kann aus eben diesen Gründen leichtlich erklären, warum man am Tage die Leute auf der Gasse weit deutlicher sehen kann, als man von ihnen gesehen wird, warum man alles sehen kann, was in einem Zimmer geschiehet, wenn die Sonne hinein scheinet, wenn man auch schon etwas davon entfernet ist, warum man siehet, was auf dem Boden eines hellen, doch tiefen Wassers sich befindet, wenn die Sonne darauf scheinet, welches man

bei Mangel des Sonnenscheins nicht siehet, und viele andere solche ähnliche Erscheinungen kann man hiedurch erklären, welche hier anzuführen, die Kürze nicht verstattet.

(Warum sich viele farbichte runde Scheiben demjenigen vor die Augen mahlen, der in die Sonne gesehen hat.)

Wenn man mit blossen Augen in die Sonne gesehen hat, so entwerfen sich uns viele Scheiben vor den Augen, die erst roth, denn gelb, denn grün und blau aussehen, und endlich immer schwächer werden und verschwinden. Die Ursache hievon liegt in der starken Bewegung der Nerven auf dem Netzhäutchen, die nachher ins Gehirn fortgepflanzet wird. Diese werden von den Strahlen heftig gereizet, und die Bewegung derselben dauret lange fort, daher kommen uns immer die Sonnenscheiben vor die Augen; die verschiedenen Farben aber, welche sie an sich haben, und die in eben der Ordnung, als die durchs Prisma zertheilte farbigte Sonnenstrahlen auf einander folgen, überzeugen uns, daß die Empfindung der Farben bloß durch die Zitterungen der Nerven des Auges und der Fäserchen des Gehirns hervorgebracht werden, die, wenn sie am stärksten vom Lichte gereizt werden, die Empfindung der rothen Farbe in unserer Seele erregen, und beim schwächsten Reiz die Empfindung der blauen und violetten Farbe hervorbringen.

Wenn man sich heftig aufs Auge stößt oder darauf geschlagen wird, oder es auch stark reibet, so kömmt es uns vor, als ob Feuerfunken aus unserm Auge flögen. Die Ursache ist, weil alsdann das Netzhäutchen heftig gereizet wird, eben so heftig, als wenn wir Feuerfunken erblicken, und daher auch solche Empfindungen in die Seele kommen.

(Warum ein Licht des Nachts in der Ferne grösser scheinet, als es wirklich ist.)

Wenn wir des Abends von weitem ein Licht erblicken, so scheinet es uns grösser zu sein, als es wirklich ist. Wir sehen alsdenn auch die Strahlen, welche es gleich um sich herum verbreitet, die wir, wenn wir nahe dabei sind, nicht bemerken, weil das Licht selbst alsdenn zu stark auf unser Auge wirket.

Wenn wir nasse Augen haben und in ein Licht sehen, so kommt es uns vor, als ob Strahlen aus dem Lichte herausführen. Dieses verursachet die doppelte Brechung des Lichts, sowol durch die Pupille, als auch vorher von einigen Strahlen desselben durch die Feuchtigkeiten, welche sich an den Rändern der Augenlieder befinden.

(Woher man sich selbst in eines andern Auge siehet.)

Wenn wir vor jemand stehen, so erblicken wir unser eigenes Bild, und auch das Bild der herumstehen Dinge in seinem Auge. Wir sehen auch

diese Bilder aufgerichtet. Wir irren uns sehr, wenn wir glauben, daß dieses die Bilderchen sind, welche sich auf der Netzhaut entwerfen, und die zum Sehen dienen. Es sind nur die Bilder, die von der Farbenhaut zurück geworfen werden. Wir sehen diese Bilder sehr klein, weil die Hornhaut ein Segment einer kleinen Kugel ist. Wenn man ein sehr polirtes Spiegelglaß nimmt, welches noch nicht foliirt ist, und es etwa gegen eine Wand oder einen andern dunkeln Körper stellet, so hat man eben diese Erscheinung, man siehet sich selbst und andere Bilder darinnen, nur nicht so deutlich, weil die mehresten Strahlen nicht lebhaft genug zurückgeworfen werden, wie von der Folie geschiehet.

(Warum alten Leuten die Augen dunkel werden.)

Bei alten Leuten wird die Hornhaut platter, die Feuchtigkeit verliehret sich zwischen denselben, sie fallen also zusammen, und werden undurchsichtiger. Sie kann auch, da sie platter wird, nicht mehr so viele Strahlen auffangen, brechen, und ins Auge schicken. Die Feuchtigkeiten im Auge werden auch trüber und undurchsichtiger, und es fallen nicht mehr so viele Lichtstrahlen herdurch. Alles dieses ist die Ursach, warum alten Leuten die Augen dunkel werden oder vielmehr die Gegenstände ihnen dunkel vorkommen, ein Fehler, der dem Alter sehr gemein ist, dieser nimmt immer zu, bis endlich solche Leute bei sehr hohem Alter das Gesicht ganz verlieren.

(Wie

(Wie einem Menschen die Gegenstände vorkommen, der stark mit der gelben Sucht behaftet ist.)

Wenn die Feuchtigkeiten im Augn gelb gefärbet werden, welches bei der Krankheit geschiehet, die man die gelbe Sucht nennet: so sehen wir auch alle Dinge gelb, der Lichtstrahl nimmt die Farbe des durchsichtigen Körpers an, durch welchen er fähret, oder da ein jeder Lichtstrahl sieben Farben hat, so werden keine, als die gelben Lichtstrahlen durchgelassen. Man wird sich hievon einen Begriff machen, wenn man durch ein gelb gefarbtes Glas siehet, so scheinen uns alle Gegenstände eben die Farbe zu haben.

Man hat ausser vielen andern Augenkrankheiten, von welchen wir hier nicht reden, auch verschiedene, welche die Empfindungen in der Seele betreffen, und deren Ursache also in der Lage und Bewegung oder Spannung der Nerven-Fäserchen vielleicht stecket, die wir aber nicht erklären können.

(Wie und woher es komme, daß man zuweilen Menschen findet, denen die Objecte umgekehrt, halb oder verstümmelt zu sein scheinen.)

Man hat Beispiele, daß einige die Sachen nur halb oder verstümmelt oder umgekehrt gesehen haben. Vielen sind einige Farben so entgegen gewesen, daß sie selbige gar nicht haben sehen können,

weil sie ihre Nerven gar zu sehr gereizt haben. Sie sind bei ihrer Erblickung in Convulsionen verfallen. Ich habe selbst einen sehr vernünftigen Mann gekannt, der gar nicht lange in den Spiegel sehen konnte, ohne sehr unangenehme Empfindungen zu verspüren, weil das vom Spiegel zurückstrahlende Licht seine Augen zu sehr reizte, und welcher daher in Gesellschaften die Stellen gegen einen Spiegel über sorgfältig vermied. Man hat noch eine gefährliche Krankheit des Auges, deren Sitz im Sehenerven ist, und welche die Aerzte den schwarzen Staar nennen. Alle Theile des Auges sind gesund, alle Feuchtigkeiten durchsichtig und in ihrem natürlichen Zustande, die Pupille ist schwarz, die bei gewöhnlichen Staaren grau zu sein pflegt, und doch können solche Leute wenig oder nichts sehen. Der Grund dieser Krankheit liegt entweder in dem Netzhäutchen oder Sehenerven, oder dem Gehirne selbst, deren Fibern gelähmet und zur Bewegung untüchtig gemacht, oder auf andere Art verletzet und in widernatürlichem Zustande sind. Die Aerzte halten auch diese Krankheit für unheilbar.

(Wie sich bewegende Gegenstände, dem Auge wenn es ruhet, erscheinen.)

Wir haben etwas von den optischen Erscheinungen geredet, wenn die Gegenstände und Augen in Ruhe und Stillstande sind, wir erklären nun einige Erscheinungen, wenn sich die sichtbaren Gegenstände bewegen.

Wenn

Wenn unser Auge ruhet, und es werden verschiedene auf verschiedene Art entfernte Gegenstände mit gleichen Geschwindigkeiten beweget, so wird es uns vorkommen, als ob das Entferntere sich weit langsamer bewege. Der Grund liegt darin, weil ich das Entferntere unter einem weit spitzigern Winkel sehe, und also seine Bewegung den Winkel im Auge nicht so merklich verändert, als von der Bewegung des nähern Gegenstandes, der sich gleich geschwinde beweget, geschiehet, aber dessen Lichtstrahlen unter einem nicht so spitzen Winkel ins Auge fallen. Sind die Gegenstände, welche sich bewegen, sehr weit, so daß ihr Bild im Auge unter sehr spitzigen Winkeln auffällt, so sehen wir nicht, daß sie sich bewegen, die Veränderung der Stelle des Bildes auf dem Netzhäutchen ist so gering, daß wir sie nicht bemerken, nur nach einiger Zeit finden wir, daß sie ihre Stelle verändert haben. Die Planeten bewegen sich beständig, allein da sie so weit von uns sind, empfinden wir im unsern Auge ihre Bewegung nicht, nach einiger Zeit wissen wir es aus der Veränderung ihrer Stelle.

Wenn ein Gegenstand sich sehr langsam beweget, so sehen wir auch seine Bewegung nicht, wenn er uns schon nahe ist. Der Stundenzeiger in einer Taschenuhr, der Schatten an einer Sonnenuhr scheinen zu ruhen, die Lage ihres Bildes im Auge wird so wenig verändert, daß es uns ganz unmerklich ist. Ueberhaupt, wenn die Entfernung des Auges 1400 mal weiter ist, als der Raum, den ⌜es⌝ in einer Secunde zurücklegt, so sehen wir seine Bewegung nicht.

⌜das Object

Wir sehen keine abgeschossene Kanonenkugel in ihrem schnellen Fluge, aber wir bemerken eine Bombe, wenn sie sich auch eben so geschwinde beweget. Die Kanonenkugel ist ein dunkeler Körper, und ein dunkeler Körper, der geschwind vor unserm Auge vorbei fährt, kann nicht gesehen werden, weil die von ihm fallende Lichtstrahlen wegen ihrer beständig veränderten Richtung nicht stark aufs Auge wirken können. Bei der Bombe ersetzet die Stärke der feurigen Strahlen dasjenige, was ihnen die schnelle Bewegung raubet. Sie machen auf unser Auge einen stärkern Eindruck, und sind uns daher sichtbar.

(Erscheinungen, wenn sich das Auge beweget.)

Wenn sich unser Auge geschwinde beweget, so wird es uns vorkommen, als ob die uns zur Seite stehenden gegenseitigen Gegenden beweget werden. Wenn wir geschwinde fahren oder schiffen, so kommt es uns vor, als ob die Gegenstände vor uns vorbei beweget würden, und wir selbst blieben in Ruhe. Die Ursache ist, weil die Bilder beständig andere Stellen auf dem Netzhäutchen einnehmen, wir aber, die wir stille sitzen, es nicht empfinden, daß wir beständig eine andere Stelle bekommen, und daß daher die Stelle der Bilder der Objeckte im Auge verändert wird. Man mache hievon die Anwendung auf die tägliche Bewegung der Erde um ihre Axe vom Abend gegen Morgen, wodurch wir Tag und Nacht bekommen. Sie beweget sich in der

That

That recht sehr geschwinde, wir bemerken diese Bewegung der Erde nicht, weil die Atmosphäre mit herum beweget wird, und wir selbst immer auf eben der Stelle bleiben. Muß es uns aber nun nicht nothwendig vorkommen, als ob sich Sonne, Mond und alle Sterne vom Morgen gegen Abend bewegten, und siehet man nicht leicht aus diesen Gründen, daß es ein optischer Betrug sei, und die Erde wirklich beweget werde?

Wenn man reiset, so scheinen die nahen Dinge zurück zu gehen, die fernern aber sich eine Zeitlang mit uns fort zu bewegen. Es kommt dieses daher, weil die Linien, welche von nahen Dingen aus dem Auge gezogen werden können, in einer kleinen Entfernung schon sehr schief werden, welches bei den entferntern nicht geschiehet, die erst in einer weitern Fortbewegung die Schiefe erhalten, und also auch ihren Stand merklich gegen das Auge verändert haben.

(Erscheinungen, wenn sich Auge und Objeckt bewegen.)

Wenn sich das Auge beweget, und ein Gegenstand, den es siehet, rücket mit gleicher Geschwindigkeit fort, so kommt es uns vor, als ob der Gegenstand ruhe, und es muß uns so vorkommen, weil das Bild desselben alsdann seinen Ort auf dem Netzhäutchen nicht ändert, wenn es sich mit dem Auge in gleicher Geschwindigkeit beweget.

Wenn sich das Objeckt langsamer, als das Auge beweget, so scheinet es nach einiger Zeit zurück gelaufen zu sein. (Fig. 29.) Es bewege sich auf der Linie P N ein Objeckt, und auf der Linie A B das Auge. Das Objeckt sei in H und das Auge in D, so wird uns das Objeckt in dem Punkte C zu stehen scheinen, der gerade gegen D und H über ist. Das Auge bewege sich geschwinder, als das Objeckt und komme in O, da unterdessen das Objeckt von H nur bis K fortgerücket ist. Nun wird uns, wenn das Objeckt ferne ist, und weit hinter sich erst Gegenstände hat, mit denen wir seine Lage vergleichen, nicht in K, sondern in I zu stehen scheinen, es scheinet also zurück gegangen zu sein, da es wirklich bis K fortgerücket ist. Nun soll sich abermal das Objeckt geschwinder, als das Auge bewegen, und alsdenn scheinet es nach einiger Zeit weiter gegangen zu sein, als es sich wirklich befindet. Das Auge sei in F, das Objeckt in G, so scheinet es in R zu sein, es bewege sich das Auge bis X, unterdessen sei der Gegenstand nach L gerücket, so wird er unter obigen Bedingungen dem Auge nicht in L, sondern in M zu sein vorkommen, und er scheinet also viel weiter gerücket zu sein, als wirklich geschehen ist. Man mache die Anwendung dieser Erscheinung auf die Bewegung der Planeten am Himmel, da sich doch unsre Erde auch immer beweget: so wird man erklären können, wie es zugehe, daß es uns vorkommt, als ob bald ein Planet fortrücke, bald still stehe, bald aber auch rückgängig werde.

(Application hievon auf den Lauf des Jupiters.)

(Fig. 30.) Es sei Fig. 30. der innere Cirkel, die Bahn der Erde, der mittlere die Bahn des Jupiters, der äusserste die Sphäre der Fixsternen. Die Erde sei in A, Jupiter in ♃; so wird es den Zuschauern auf der Erde vorkommen, als ob er in der Sphäre der Fixsterne, sich in F befände. Da Jupiter seinen Lauf erst in 12 Jahren vollendet, so kommt die Erde zwölfmal um die Sonne herum, wenn der Jupiter einmal herum kommt. Die Erde sei nach einem Viertheil-Jahre nach B gerücket, und der Jupiter sei bis ♃ 2 gekommen, so scheinet er am Himmel in der Gegend E zu sein, er scheinet also von F bis E zurück gegangen zu sein. Nach dem nächsten Viertheil-Jahre stehe die Erde in C, und der Jupiter in 3. nun scheinet er gerade läufig, er ist in G, die Erde komme in D, von da nach A, der Jupiter in 4., nun scheinet er unter der Zeit, daß die Erde von D nach A kömmt, stille zu stehen, und nicht merklich fortzurücken, ist aber die Erde in A, so ist er in H sichtbar.

Wenn man eine angezündete Lunte geschwinde im Cirkel herum beweget, oder wenn wir ein Feuer-Rad, einen umlaufenden Stab der Feuerwerker sehen; so sehen wir nicht, daß sich der Feuerpunkt von einer Stelle zur andern bewege, sondern wir erblicken einen runden feurigen Cirkel. Der Grund liegt darin: weil die Feuerstrahlen stark auf unser Auge wirken, so dauert die Wirkung auf dem Netz-

häutchen weit länger, als der feurige Gegenstand an einer Stelle ist, da dieses nun in jedem Punkte geschiehet, welchen der Gegenstand berühret, und alle Punkte zusammen einen Cirkel beschreiben, so müssen wir nothwendig die Empfindung bekommen, als ob wir einen feurigen Cirkel sähen.

(Fig. 31.) Es bewege sich A und B mit gleicher Geschwindigkeit vorwärts, so daß sie ihre Lage gegen einander nicht verändern, sie gehen vor C vorüber, so wird es uns scheinen, als ob sie ruheten, und C nach der entgegen gesetzten Seite bewegt würde. Der Grund liegt darin, weil A und AB ihre Lagen gegen einander nicht ändern, und also keine Veränderung in den Stellen, die ihre Bilder im Auge gegen einander einnehmen, verursachen, C aber seine Lage gegen beide beständig ändert, so muß es nothwendig scheinen, wenn A und B das Objeckt in C vorbeigehen, als ob C entgegen gesetzt oder rückwärts gienge. Wenn zuweilen des Abends die Wolken schnell vor dem Monde vorbeigehen, unter sich selbst aber eben die Distanz, Lage und Geschwindigkeiten behalten, so haben wir diese Erscheinung, daß es uns vorkommt, als ob der Mond nach der entgegen gesetzten Seite beweget würde.

(Von den optischen Erscheinungen durch gebrochene und zurück geworfene Strahlen.)

Ich habe einige der vornehmsten Erscheinungen erzählet, die beim Sehen mit bloßen Augen vorkommen,

kommen, es wird meinen Lesern nicht unangenehm sein, wenn ich ihnen einigen Begriff von den Erscheinungen der Objeckte gebe, wenn man durch geschliffene Gläser siehet, und ihnen zugleich einige der optischen Erscheinungen, die durch Zurückwerfung der Strahlen geschehen, etwas deutlich mache. Ich werde vom Microscop, vom Tubus, vom Plan- und Hohl-Spiegel und erhabenen Spiegel, vom Spiegel-Telescop, und von der Zauber-Laterne etwas sagen. Ich habe von Augengläsern schon geredet, und ihre Geschichte, und den Gebrauch erzählet. Da ich nun für Leser schreibe, die keine mathematickverständige sind: so wird man hier nichts, als die ersten, bekanntesten und leichtesten Begriffe von allen diesen Dingen erwarten können.

(Vom Microscop.)

Wenn ich durch ein erhabenes Glas sehe, welches eine sehr starke Convexität hat, so werden die Dinge, die ich dadurch erblicke, ungemein vergrössert; sie werden desto mehr vergrössert, je erhabener das Glas ist, oder je kleiner die Kugel ist, von der es einen Abschnitt vorstellet. Man kann nach der Dioptrick es berechnen, wie viel ein erhaben geschliffen Glas einen Gegenstand vergrössert, und man kann es sicher glauben, was die Mathematickverständige uns von der Vergrösserung eines Gegenstandes sagen, ob es schon öfters auf Millionen herauslauft, und einem, der kein Mathematicker ist, unglaublich vorkömmt. Doch dieses gehöret

hier nicht her, ich erkläre die Theorie des Microscops.

(Fig. 32.) Es sei F g ein auf beiden Seiten gleich erhaben geschliffen Glas, der Gegenstand a b stehet in seinem Brennpunkte oder an dem Orte, wo alle parallele Strahlen, die durch ein Glas gefallen sind, nach geschehener Brechung zusammen kommen, welcher bei einem Glase, das auf beiden Seiten eine gleiche Erhabenheit hat, allezeit so weit entfernt ist, als der Radius der Kugel lang ist, von der es ein Segment ausmachet. Man stellet das Objeckt davon in den Brennpunkt des Glases, weil alsdenn alle vom Objeckt kommende Strahlen durch die Brechung unter sich parallel gemachet, und so aufs Auge geworfen werden. Denn alle aus dem Brennpunkt kommende Strahlen werden durch die Brechung durch erhabene Gläser parallel. Das Auge sei in O, wäre kein erhaben Glas zwischen dem Auge, so würde ich den Gegenstand a b unter dem Winkel a o b, der mit punktirten Linien gezogen ist, sehen, allein jetzt, da ein erhaben Glas dazwischen ist, so betrachte ich die Endstrahlen des Objeckts b g und a f. Da da Glas ein Kugel-Segment ist, so werden sie nach den Gesetzen der Brechung, die wir oben erkläret haben, nach i und k hingebrochen, von da werden sie nach O hingebrochen. Ich habe also einen andern Sehewinkel in O bekommen, verlängere ich nun die Linie O i und O K bis an den Ort, wo das Objeckt ist, so kommen sie nach d und c, und ich sehe also, da ich unter dem Winkel d o c das Objeckt a b sehe, dassel-

bige

einem Punkte des Objects

bige nicht in der Grösse a b, sondern in der Grösse d c, denn der Winkel d o c ist viel grösser, als der Winkel a o b, folglich muß auch ein grösser Bild davon im Auge entworfen werden. Das Objeckt wird nun unter einem grössern Winkel ins Auge geworfen, folglich auch jeder seiner kleinesten Theile. Ihr Bild muß also grösser werden, und mir wird daher manches dieser kleinen Theile sichtbar, welches ich sonst nicht hätte bemerken können.

Diese Zeichnung beweiset also überhaupt, daß erhaben geschliffene Gläser vergrössern. Wir erklären nun die Theorie der Microscope. Bei einem Auge, das weder kurzsichtig, noch weitsichtig ist, sondern gesund, ist die kleineste Entfernung, unter welcher es eine Sache deutlich siehet, eine Weite von 8 Zollen. Wenn man aber nun in dieser Entfernung eine sehr kleine Sache betrachtet; so wird man aus der Ursache nicht alle Theile daran deutlich unterscheiden können, weil ihr Bild, da sie sehr klein ist, unter einem sehr spitzen Winkel ins Auge fällt, und also auch ein gar sehr kleines Bild entwirft. Wollte man, um die Sache deutlicher zu sehen, sie näher ans Auge bringen, um einen grössern Sehewinkel dadurch zu erhalten: so erscheinet sie undeutlicher, weil die Entfernung von 8 Zollen die kleineste Weite ist, worunter man deutlich siehet. Man setze nun zwischen diese Entfernung ein erhaben geschliffen Glas, und das Objeckt in den Brennpunkt desselben; so werden die von jedem Punkt des Objeckts ausfallende Strahlen, nach der durchs

Glas
~~Maas~~ geschehenen Brechung unter sich parallel werden und parallel aufs Auge fallen. Es wird also nun das Objeckt deutlich sein, man hat nun das Objeckt näher ans Auge gebracht, folglich den Sehewinkel vergrössert, und durch das Glas die parallel Strahlen erhalten. Das Glas vermehret eine scheinbare Grösse an sich selbst nicht. Das Auge hat nur von dem Glase den Vortheil, daß es die Sache nahe, folglich unter einem grossen Sehewinkel und auch deutlicher siehet, und da es sie nun unter einem grossen Sehewinkel siehet; so wird auch ein grosses Bild von ihr im Auge entworfen. Der Sehewinkel aber ist so viel grösser geworden, um so viel das Objeckt nun näher ans Auge gebracht ist, oder die Sache ist um so viel vergrössert, so vielmal die Weite des Brennpunkts in 8 Zollen enthalten ist.

(Fig. 32. β.) Es sei AB ein Objeckt; GD die Entfernung, unter welcher man es mit bloßen Augen deutlich sehen konnte, oder die Entfernung von 8 Zoll, das Auge sei bei G in O, nun würde man dies Objeckt freilich in F nicht deutlich sehen können, weil es dem Auge zu nahe wäre, in der Gegend D dürfte man es auch nicht setzen; denn ob da schon die Weite wäre, in welcher das Auge deutlich siehet, so würde doch, weil das Objeckt klein ist, der Sehewinkel zu spitzig werden, und also auch das Bild im Auge. Allein es sei das erhabene Glas MN ans Auge gesetzet, in dessen Brennpunkt F sich das Bild AB befindet. Nun werden

die

die von ihm ausfahrenden Lichtstrahlen nach der Brechung durchs Glas parallel, und das Auge siehet das Bild, und siehet es unter einem grossen Winkel. Es wird also auf dem Netzhäutchen die Empfindung eines so grossen Bildes erreget, als ob das Objeckt mit blossen Augen gesehen würde, eben eine solche Grösse hätte, wie erfodert würde, wenn man es in der Entfernung von 8 Zollen aber eben so deutlich, als jetzt durchs Glas, da es nahe vor den Augen ist, sehen wollte. Oder die Grösse des Bildes wird sich zu der scheinbaren Grösse, die es nun bekommen hat, verhalten wie AB zu CL, oder wie FG zu FD, oder das Bild wird so vielmal vergrössert scheinen, als die Weite des Brennpunkts vom Glase in der Weite von 8 Zollen enthalten ist. Es sei also die Brennweite eines Microscops $\frac{1}{2}$ Zoll, so wird das Objeckt 16mal vergrössert erscheinen. Das ist die Vergrösserung des Diameters, folglich die Oberfläche des Bildes 16 mal 16mal, weil die Flächen sich verhalten wie die Quadrate der Diameter; also die Fläche ist 256mal grösser, und da die Körper sich verhalten, wie die Cubi der Diameter; so wird also die Vergrösserung im Körper-Maaß 16mal 16 multiplicirt mit 16, oder 4096 mal sein. Ein Microscopglas, dessen Brennweite $\frac{1}{10}$ eines Zolls ist, wird nach ~~dessen~~ Gründen 6400 im Flächenmaaß, und 512000 im Cubikmaaß vergrössern, und ein Microscop, dessen Focus $\frac{1}{25}$ eines Zolls ist, wird im Diameter 200, im Flächenmaaß 40000, und im Cubikmaaß 8 Millionenmal vergrössern.

grössern. Je kürzer also der Brennpunkt eines Microscopglases ist, um desto stärker wird es vergrössern. Man wird es nun leichtlich begreifen können, woher man durch die Microscope in Stand gesetzet wird, die grossen Wunder der Natur bemerken zu können, welche man in der Structur und Einrichtung auch der allerkleinesten Geschöpfe findet. Sehet die erstaunenden Wunder an, man findet eben die künstliche Mechanik an dem allergeringsten und kleinsten Insekt, die wir an dem Elephanten, dem Riesen unter den Thieren antreffen, man findet diese künstliche Structur auf tausendfältige Art nach den Bedürfnissen der Creaturen verändert; Es entdecket sich uns eine neue Welt durchs Microscop, die eben so groß und bewunderuswürdig ist, als die, welche wir mit blossen Augen erblicken. Herr, wie sind deine Werke so groß!

Da das Objeckt durchs Microscop viel grösser erscheinet, es aber nicht mehr Lichtstrahlen bekömt, als es vorher hatte, und die Lichtstrahlen also mehr auf dem Netzhäutchen, wo sich sein Bild vorstellet, vertheilet werden: so verliert das Bild an seiner Helligkeit, was es an seiner Grösse zunimmt, ja es verlieret weit mehr, weil auch noch viele Lichtstrahlen durchs Glas nicht durchfallen, sondern zurück geworfen werden. Man hat daher reflecktirende Spiegel an die Microscope gebracht, welche ihre Lichtstrahlen auf das Objeckt werfen, um dem Objeckte mehr Lichtstrahlen zu geben, als es bloß von dem Tages Lichte bekommen hatte, und dadurch die-

sen Mangel ersetzen wollen. Die Microscope mit einem Glase sind die einfachen, die sehr nutzbar und brauchbar sind, man hat aber auch welche, die aus zwei und drei Gläsern zusammen gesetzt sind, deren Theorie ich hier nicht erkläre, weil vieles davon auf diesen Grundsatz ankommt, und auch die Erklärung dieses einfachen Microscops zureichend ist, uns einen Begriff von dieser Art optischer Erscheinungen zu geben. Man hat einfache Microscope, welche kleine gläserne oder auch gläserne hohle mit Wasser angefüllete Kugeln sind, die aus eben diesen Gründen vergrössern. Die Distanz aber des Brennpunkts in einem gläsernen Kügelchen ist von dem Centro der Kugel aus gerechnet $\frac{3}{4}$ des Diameters, oder von der Oberfläche $\frac{1}{4}$ Diameter, oder $\frac{1}{2}$ Radius. Die Vergrösserung, die sie also machet, ist in dem Verhältniß $\frac{3}{4}$ ihres Diameters zu 8 Zollen. Die Vergrösserung aber von einem Linsenglase von eben solcher Kugel, als das Kügelchen ist, ist allezeit stärker, als die Vergrösserung, die das Kügelchen machet; man wählet aber zu den stärksten Vergrösserungs-Gläsern darum Kügelchen, weil man keine so kleine Linsen schleifen kann. Wenn man ein kleines Loch in eine meßingene Platte bohret, und einen Tröpfchen Wassers hineinfallen lässet; so bekommt man gleichfalls auf einige Zeit ein Microscop, welches ungemein schön und deutlich vergrössert. Die Erfindung dieser nützlichen optischen Werkzeuge ist eben so alt nicht. Seneca wußte zwar schon in seinen Quæstionibus naturæ, im 1sten Buche, im 6ten Cap. daß kleine Schrift durch eine

glä-

gläserne mit Wasser angefüllete Rundung (pila) deutlicher und grösser würde, aber wir finden nicht, daß man weiter hierauf gedacht und Gebrauch davon gemacht habe. Lange nach Erfindung der Brillen haben wir die ersten Schriften, nmis Jahr 1625, von microscopischen Observationen von den Gebrüdern Stelluti. Fontana scheinet auch einer der ersten gewesen zu sein, der hierin etwas gethan hat.*)

Man hat vieleckt geschliffene Gläser, welche eine Sache so vielmal vorstellen, so viele Flächen darauf geschliffen sind. Es wird meinen Lesern leicht sein, sich hievon einen Begriff zu machen. (Fig. 33.) Das Glas BEDC hat 3 Flächen, und ist hinten flach, das Objeckt sei A, von welchem ich hier nur einzelne Linien gezogen habe, um alles desto deutlicher vorzustellen. Es fallen von ihm Strahlen durch die Fläche ED, und kommen ins Auge O, gleichfalls fallen Strahlen auf die Fläche EB und DC, da werden sie gebrochen, kommen nach g und h, und von da nach O. Die Seele beurtheilet die Dinge nach den Bildern, die sich auf dem Netzhäutchen entwerfen. Hier entwerfen sich 3 Bilder im Auge, nemlich bei O, M. und N, denn es sind 3 Plan-Flächen, wodurch die Strahlen fallen, und sie kommen nicht alle an einen Ort wieder zusammen, wie bei einer Kugelfläche geschehen würde. Alles, was man siehet, beurtheilet man, was seinen Stand anbetrifft, nach geraden Linien, also wird hier das Objeckt nur einmal

*) Journal des Sçavans 1677. pag. 175.

mal an seiner rechten Stelle erscheinen, einmal wird man es in G, einmal in F sehen. Denn wenn ich die Linie ho verlängere, so kommt sie nach G, und die Linie Go nach F.

(Vom Tubus.)

Wir gehen zu der Erkärung des Tubus. Die gewöhnlichsten sind der holländische, das Sternrohr und das Erdrohr. Der holländische Tubus ist von ohngefehr durch einen Brillenschleifer in Middelburg, Johann Lipperheim, ums Jahr 1590 erfunden. Dieser hat ein hohles und ein bauchichtes Glas gegen einander gehalten, und dadurch den Wetterhahnen auf dem Kirchthurme sehr groß und deutlich erblicket, und der Sache nachher weiter nachgedacht und die Gläser in eine Röhre geordnet. Einige Schriftsteller erzählen diese Entdeckung folgendergestalt: Die Kinder eines Brillenmachers in Middelburg spieleten in ihres Vaters Laden, und sagten ihm, daß wenn sie zwei Brillengläser zwischen ihre Finger hielten in einer Entfernung von einander, sie den Wetterhahn auf der Kirche viel grösser und ganz nahe über verkehrt erblickten. Der Vater verwunderte sich darüber und gerieth auf den Einfall, zwei Gläser einzufassen, und sie an einem Brett zu befestigen, doch so, daß er sie nach Gutdünken von einander entfernen, oder näher zusammen bringen konnte, und so wurde nach gerade das Fernglas von ihm erfunden. *) Es wird auch der Gal-

*) Spectacle de la Nature. Vol. IV. pag. 236.

Galliläische Tubus genennet, weil Galliläus, nachdem er davon gehöret, durch eigenes Nachsinnen gefunden, wie ein solches Seherohr beschaffen sein müsse. Er war zu Venedig, als er von dem neu erfundenen Fernerohr zum erstenmal hörete, er erfuhr aber nicht das geringste davon, wie es verfertiget werden müßte. Als er zurück nach Padua kam, dachte er gleich in der ersten Nacht darauf, erfand es, machte sein Werkzeug den andern Tag fertig, und überreichte es dem Dogen in Venedig, der ihn in seiner Profeßion bestätigte, und seinen Gehalt auf Lebenszeit verdoppelte. Galliläus erzählet dieses selbst in seinem Saggiatore. Er verbesserte es nachher noch sehr, imgleichen hat er auch die ersten mit einem Tubus gemachten astronomischen Observationen, in seinem Buche, welches er den Himmelboten nennet, bekannt gemacht.

Es bestehet das holländische Seherohr aus zwei Gläsern, einem hohlen Augenglase und einem erhabenen Objecktivglase, welche ein gewisses Verhältniß gegen einander haben. Das hohle Glas wird zwischen dem Objecktivglase und seinem Brennpunkte gesetzt, daß die Axen der beiden Gläser in eine Linie fallen, und an einem Orte sowol der imaginäre Brennpunkt des Ocular- als auch des Objecktivglases kommen, dadurch werden die Strahlen, die von jedem Punkte des Objeckts kommen unter sich parallel, und stellen nachher, im Auge gebrochen, das Bild auf dem Netzhäutchen verkehrt vor, so wie wir alle Objeckte mit bloßem Auge verkehrt

sehen

sehen und grade empfinden. Man empfindet daher auch durch einen holländischen Tubum das Objeckt so, als ob es grade stünde.

(Fig. 34.) Es sei ABC ein Objeckt, welches weit entfernet sei. Es fallen von jedem Punkt des Objeckts Strahlen aufs Objecktivglas DE, und ich kann wegen der Entfernung des Objeckts, die Strahlen, die von jedem Punkt desselben kommen, unter einander parallel betrachten. Wir wollen jetzt nur die beiden Endstrahlen des Objeckts CE und AD, und den mittlern Strahl BK betrachten. Nach den Brechungs-Regeln würden alle Strahlen in dem Brennpunkt des Objecktivglases C zusammen kommen, und daselbst das Bild verkehrt schildern. Allein ehe sie so weit kommen, fallen sie auf das hohle Ocularglas MN, wenn sie hiedurch gebrochen werden, werden die von jedem Punkt des Objeckts kommenden Strahlen, unter einander parallel. Jede Art der Strahlen aber werden sich, wenn sie aus dem Ocularglase MN kommen, von einander entfernen, und nach F und G gehen. Wenn diese Strahlen dichte am Ocularglase vom Auge aufgefangen werden, so werden sie so im Auge gebrochen, daß sie das Bild auf dem Netzhäutchen vorstellen, als wie man mit bloßem Auge siehet, nemlich daß es also auf dem Netzhäutchen verkehrt entworfen wird, daher wir die Empfindung, daß es grade stehe, bekommen. Dieser Tubus stellet allezeit ungemein deutlich die Gegenstände vor, weil er das wahre Bild des Objeckts in unser Auge wirft, da

wir bei den andern Tubis, wie wir nachher sehen werden, von dem durch die Gläser entworfenen Bilde erst ein Bild im Auge bekommen. Daß er vergrössert, folget daraus, weil durch die Zusammensetzung dieser Gläser auch der Sehewinkel vergrössert wird. Allein es hat die grossen Fehler, daß man nur ein kleines Feld damit übersehen kann, und je länger der Tubus, je grösser folglich also auch das Segment des Hohlglases, desto kleiner ist das Feld, welches man dadurch betrachten kann, indem immer weniger Strahlen in die Pupille fallen. Man gebraucht es daher eben nicht mehr, als zu kleinen Taschen-Perspecktiven, weil es da noch einen ziemlich grossen Platz bemerken lässet.

Die Astronomi haben ein anderes Seherohr statt dieses im Gebrauch, welches auch aus zwei Gläseru bestehet, nur das beide erhoben sind, und das Objeckt dadurch verkehrt vorgestellet wird, welches aber bei den Observationen nicht hindert.

(Vom Sternrohre.)

(Fig. 35.) Es sei ABC ein entferntes Objeckt, dessen Strahlen, weil es sehr entfernt ist, parallel auf das Objecktivglas CD fallen. Der Brennpunkt des Objecktivglases sei in h, so sammlen sich dort alle Foci von den Strahlen der verschiedenen Punkte des Objeckts, und entwerfen das Bild fgh. Man stellet ein Ocularglas in der Weite von fhg, daß sein Brennpunkt gleichfalls in h fällt. Das Auge wird an der andern Seite

in

in den Brennpunkt gestellet, so fallen die Strahlen, wenn sie durchs Glas gebrochen sind, unter einander parallel aufs Auge, nun ist es ja eben so, als ob ich bloß durchs Ocularglas sehe, und weil das Bild in der Gegend fgh verkehrt stehet; so sehe ich es eben so durchs Glas: denn nun schildert es sich in meinem Auge grade, und folglich muß ich die Empfindungen haben, als ob es verkehrt sich außer mir befände. Weil die astronomischen Fernröhren die Gegenstände verkehrt darstellen, so sind sie daher auf der Erde von keinem bequemen Gebrauch, man hat daher noch etliche Oculargläser hinzugethan, wodurch es geschieht, daß diese Tubi die Sachen aufgerichtet vorstellen.

(Vom Erdrohre.)

(Fig. 36.) Es sei ABC ein entferntes Objeckt, von welchem ich also die aufs Glas fallende Strahlen, die von jedem Punkt des Objeckts kommen, als parallel betrachten kann. Alle von einem Punkt des Objeckts aufs Objecktivglas DE fallende Strahlen werden wieder in einem Punkt vereiniget, und daher entsteht in dem Brennpunkte das Bild GNF aber verkehrt. HI ist ein Ocularglas, welches also gestellet ist, daß sein Focus in den Focum des Objecktivglases fällt, die Strahlen G, N und F kreuzen sich, und da eine jede Art aus ihrem Focus ausfähret, welcher auch der Focus des Ocularglases HI ist; so werden die Strahlen jedes Punkts, die nach den Gesetzen der Brechung aus dem Glase HI kommen, unter einander parallel.

Sie kreuzen sich, und fallen unter sich parallel aufs Ocular KL, weil sie parallel auffallen, werden sie wieder in ihre Focus vereiniget, und entwerfen das Bild FPZ, aber aufgerichtet, wie man schon aus dem Laufe der Strahlen sehen kann. Da sie hier wieder im Foco aus einander fahren, und der Focus des Glases RS abermals in P ist; so werden sie, wenn sie dadurch gebrochen, parallel, und fallen also aufs Auge, da sie sich durch die Brechung kreuzen, und in O nothwendig ein verkehrtes Bild auf dem Netzhäutchen entwerfen müssen, daher es uns eben so grade vorkommt, als alle andere Bilder, die wir mit blossen Augen sehen, und sich gleichfalls auf dem Netzhäutchen verkehrt entwerfen. Die Bilder werden aber auch durch den Tubum vergrössert, und das geschiehet durch das Ocularglas, welches die Bilder unter einem grössern Winkel ins Auge wirft, und sie also grösser auf dem Netzhäutchen schildert, wie wir schon oben beim Microscop gezeiget haben.

Man hat die Erd-Tubos von verschiedener Länge, so wie die astronomischen. Allein beim Erd-Tubus pflegt man die Länge von 20 Fuß nicht zu überschreiten, weil man, wenn sie länger sind, die Objeckte dadurch nicht im Ruhestande, sondern in beständiger hüpfender Bewegung siehet, welches von Bewegung der Dünste in der Luft herrühret, die durch solche lange Tubus gleichsam sichtbar werden. Man kann sich solche wellenförmige Bewegung vorstellen, wenn man die zitternde Bewegung

bemerket, die die Luft über glüenden Kohlen hat, und welche sehr sichtbar wird, wenn man die Kohlen in die Sonne setzt. Man siehet auch solche zitternde Bewegung oft im Sommer, wenn man bei Sonnenschein über ein weites Feld siehet.

Man hat Erd-Tubos von mehr als 4 Gläsern. Der berühmte Dollondsche hat 6 Gläser, man hat dadurch die Farben verhüten wollen, welche bei einer grossen Oeffnung des Objecktivglases leicht entstehen, und die Bilder an den Ränden mit Regenbogen-Farben vorstellen, und auch dadurch mehr Licht hineinbringen wollen, welches bei 4 Gläsern, weil man das Objecktivglas sehr bedecken muß, fehlet. Man wird es ohne meine Erinnerung sich leicht vorstellen, daß die Dinge durch einen Tubus nicht so hell erscheinen, als sie mit blossen Augen erscheinen würden, wenn wir ihnen so nahe wären, als sie uns der Tubus vorstellet. Das Licht fällt durch 4 Gläser bei den gewöhnlichen Erd-Tubis, und verlieret allerdings viele Theilchen, welche zurückgeworfen werden. Es nimint, indem es durch durchsichtige Körper fällt, nach einer geometrischen Progreßion ab, welches hier aber nicht erkläret werden kann.

(Vom Spiegel.)

Wir gehen zu der Erklärung des Spiegels. Der Spiegel ist eine Sache, die so vielfältig gebraucht wird, daß man mit Vergnügen seine Theorie betrachten wird, um daraus seine Erscheinungen herleiten zu können.

Ich erinnere meine Leser hier wieder an den Lehrsatz, den ich ihnen in dem Capitel vom Lichte gesagt habe, daß ein Lichtstrahl unter eben dem Winkel wieder in grader Linie abpralle, unter welchem er aufgefallen ist. Ein Grundsatz, der uns die ganze Theorie des Spiegels erklären wird. Es ist freilich noch nicht ausgemacht, welches die Ursach von dieser Zurückprallung der Lichtstrahlen sei, eben so wenig, wie wir es gewiß bestimmen können, wie es zugehe, daß ein unter freien Himmel liegendes Metall, den Thau nicht annehme, sondern zurückwerfe. Indessen die Erfahrung überzeuget uns davon; weil der Spiegel eine sehr glänzende, und wenigstens für unser Auge sehr polirte Fläche ist, so werden die Lichtstrahlen auch von ihm, die von den Gegenständen herkommen, mit grosser Lebhaftigkeit zurückgeworfen, und stellen sich unserm Auge dar. Und da von allen Punkten eines Gegenstandes unzählich viele Strahlen nach allen Orten geworfen werden, und also auch von dem Punkte des Spiegels, wo die Lichtstrahlen hinfallen, nach allen Gegenden wieder viele geworfen werden, und dieses von allen Punkten des Objeckts gilt; so werden auch alle Augen, die in der Lage sich befinden, wo der zurückfallende Strahl hinkommen muß, das Bild sehen können.

Wir bemerken erstlich beim Plan-Spiegel, daß jedes Objeckt so weit hinter ihm zu sein scheine, als es wirklich vor ihm steht, und auch in gleicher Grösse im Spiegel, als ausser dem Spiegel erscheinet.

Die

Die 37ste Figur wird erklären, wie es zugehe, daß uns dieses so vorkömmt.

(Fig. 37.) Es sei AB der Durchschnit eines Spiegels, DE ein Objeckt, das Auge sei in O gestellet, nun fallen von allen Punkten des Objeckts unzählig viele Strahlen auf den Spiegel. Wir wollen nur die von den Endpunkten des Objeckts DE von D und von E betrachten. Unter den unzählig vielen Strahlen, die alle von den Punkten D und E des Objeckts in den Spiegel AB fallen, können das Auge, wenn es in O gestellet ist, nach geschehener Reflexion, keine treffen, als die in F und N oder nahe dabei aufgefallen sind. Weil die Strahlen unter eben dem Winkel zurückprallen, da sie aufgefallen sind, und daher alle andere von den Endpunkten des Objeckts fallende Strahlen das Auge, wenn es in O ist, vorbeigehen, oder nicht dahin reflecktiret werden. Es kommen also vom Punkte D des Objeckts der Strahl FO und GO ins Auge, und von Punkte E der Strahl NO und ~~MO~~. *mo*
Das Auge urtheilet, als ob die Dinge in grader Linie vor ihm lägen. Das Bild des Punkts D muß also in der Linie OL, die von F oder G an, wo die Strahlen aufgefallen sind, und rückwärts durch den Spiegel in Gedanken verlängert ist, und das Bild von E muß in der Linie OM sich befinden, welche von N oder M, wo die Strahlen vom Punkte E aufs Auge reflecktirt, auch rückwärts verlängert ist. Jetzt ist die Frage, in welchen Punkten dieser Linien die Bilder der Punkte D und E sein werden? Ich sage da, wo diese zurückge-

führte Linien die graden Linien durchschneiden, welche gleichfalls von den Punkten D und E des Objeckts auf den Spiegel senkrecht gezogen, und in Gedanken durch den Spiegel gezogen, und rückwärts verlängert sind: denn daselbst ist der Ort, wo die Linien OFL und OGL, ingleichem ONM und OmM in einem Punkt zusammenkommen, und weil das Auge nach graden Linien urtheilt, muß es ihm vorkommen, als ob da der leuchtende Punkt sei, weil alle Strahlen, so aufs Auge fallen, als ob sie aus diesem Punkt gefahren wären, ~~scheinen~~. Aber weil AD so lang ist, als AL, und NE so lang ist, als MN, so muß es daher scheinen, als ob das Objeckt so weit hinter dem Spiegel stünde, als es davor stehet. Es folget dieses aus der Gleichheit und Aehnlichkeit der Triangel AFD und AFL. Ferner weil die Linien LD und ME gleichlaufend sind, wo sie zwischen Objeckt und Bild stehen, so muß Objeckt und Bild gleich groß erscheinen. Imgleichen da von allen Punkten des Bildes Strahlen auf den Spiegel und von da ins Auge fallen; so muß das Bild dem Objeckte völlig ähnlich sein, und daher auch in eben dem Zustande in Betrachtung des Auges des Zuschauers sich befinden. Aber eben daher muß auch in einem Spiegel, das, was rechter Hand ist, uns vorkommen, als ob es linker Hand wäre, so wie, wenn man vor jemand stehet, unsere linke Seite seiner rechten Seite, und unsre rechte Seite seiner linken Seite entgegen gesetzt sind. Aus eben diesen Gründen folget auch, daß es leicht möglich

sei, sich so zu stellen, daß man sich selbst im Spiegel nicht siehet, aber von andern gesehen wird, oder auch andere im Spiegel siehet, oder auch sich selbst, aber von andern nicht gesehen wird. Es kommt alles auf den Winkel an, den man mit dem Spiegel machet, und ob die Strahlen davon in mein oder des andern Auge fallen können oder nicht, und es beruhen auf diesen Gründen schon viele Kunststücke, die man mit den Planspiegeln machet.

Man brauchet nur einen Spiegel, der halb so groß ist, als man selbst ist, wenn man sich ganz darin betrachten will. Es wird aber zugleich erfodert, daß man mit dem Spiegel parallel stehe.

(Fig. 38.) Es sei AB ein Mensch, der vor einem Spiegel stehet, CD der Spiegel, EF sein Bild, das Auge sei in O, die Endstrahlen des Gegenstandes AB, nemlich DB und CA fallen nach den Gesetzen der Reflecktion bei O ins Auge. Verlängere ich die ins Auge gefallene Strahlen bis E und F, so zeigen sie mir aus obigen Gründen die Figur in ihrer wahren Grösse, und eben so weit hinter dem Spiegel, als das Bild davor stehet. Die Höhe des Triangels OEF wird durch die Länge OK gemessen, und ist OI so lang, als KI, weil AB so weit vor dem Spiegel ist, als EF dahinter sich befindet, und KO auf EF, CD und AB lothrecht stehet oder rechte Winkel mit diesen Linien machet. Allein die Geometrie-Verständige beweisen aus der Lehre von dem Verhältniß, weil EF und CD gleichlaufend sind, und CD oder

der

der Spiegel in der Mitte zwischen AB und EF stehet, daß CD nur halb so groß ist, als EF, folglich auch, als AB. Da dieser Beweis ungeometrischen Lesern noch etwas dunkel sein mögte, so messe man nur CD, und man wird es nur halb so groß, als AB finden, und aus der Zeichnung siehet man zugleich, daß doch das ganze Bild AB in diesem Raum enthalten sei.

Wenn man rückwärts vor einem Spiegel stehet, und in einen andern Spiegel siehet, so kann man sich rückwärts und vorwärts betrachten. Es komt dieses daher, weil die Strahlen von dem Spiegel, der hinter uns ist, wieder in den andern Spiegel, den wir vor uns halten, geworfen werden, von dem sie wieder in unser Auge kommen.

Wenn man einen Spiegel flach auf den Boden legt, so siehet man alle Gegenstände darin verkehrt, und eben so weit unter dem Spiegel, als sie darüber stehen.

(Fig. 39.) Es sei AB ein auf dem Boden horizontal liegender Spiegel, CD ein Objeckt, das über ihm stehet, DG und CH seine Endstrahlen, die nach der Reflecktion bei O ins Auge kommen. Daß ich dieses Bild so weit hinter dem Spiegel sehen muß, wie es davor stehet, folget schon aus oben angeführten Gründen, und daß ich es verkehrt sehe, wie FE gezeichnet ist, siehet man hier in der Figur aus der Direcktion der Strahlen, weil der Endstrahl DG mir in F den Fuß des Bildes vorstellet, und der Endstrahl CH, der weiter hin auf den Spiegel

in

in H fällt mir den Kopf des Bildes mahlet. Das Bild schildert sich also wirklich im Spiegel verkehrt, folglich auf meinem Netzhäutchen grade, und daher muß ich Empfindungen in meiner Seele bekommen, als ob es verkehrt wäre, weil die graden Bilder, die sich verkehrt auf dem Netzhäutchen mahlen, die Empfindungen eines graden Bildes verursachen, also muß dieses, das sich im Auge grade mahlet, das Gegentheil thun. Man kann alles stillstehende Wasser als einen ebenen Spiegel betrachten, der horizontal liegt, und man siehet daher die Gegenstände, die über demselben stehen, in dem Wasser so verkehrt entworfen, und sie scheinen dem Auge eben so weit unter dem Wasser zu stehen, als sie sich darüber befinden.

Wenn ein Spiegel unter einem Winkel von 45 Graden gegen den Boden aufgerichtet ist, so werden alle horizontal liegende Objeckte vertical oder aufgerichtet erscheinen. (Fig. 40.) Es folget dieses ebenfalls aus obigen Gründen, und man siehet aus der 40sten Figur, daß wenn die Strahlen vom Objeckt DE, welches mit dem Boden CB parallel liegt, in den Spiegel AB, der unter dem Winkel von 45 Graden stehet, kommen, und alsdenn nach dem Auge O kommen, das Auge das Objeckt hinter dem Spiegel in FG erblicket, und zwar aufgerichtet und grade, da es verkehrt auf dem Boden in Ansehung des Auges gelegt war. Denn vom Punkte E kömmt der Strahl nach I, und von da durch die Zurückwerfung nach O, eben so kömt

der Strahl vom Punkte D nach m, und von da nach O. Wenn ich diese Strahlen verlängere, bis sie den ~~verlangten~~ Perpendickel schneiden, der von den Endpunkten des Bildes auf dem Spiegel gezogen ist, so werde ich das Bild in F G erblicken, oder eben so weit hinter dem Spiegel, als es vorher davon entfernt lag. Hierauf beruhet die Erklärung der so genannten Raritäten-Kasten, in welchen Bilder horizontal auf den Boden geleget werden. Gegen dem Ocularglase, welches stark vergrössert, ist ein Spiegel unter dem Winkel von 45 Graden aufgericht. Die horizontal liegende Bilder stellen sich in dem Spiegel grade vor und erscheinen durch das Ocularglas sehr vergrössert, es scheinet, als ob man eine sehr weite Fläche übersieht.

(Von sphärischen Spiegeln.)

In den sphärischen Spiegeln siehet man die Objeckte nicht von eben der Grösse und auf eben die Art, wie man sie in den Planspiegeln betrachtet, wir wollen einige der vornehmsten Erscheinungen davon erklären.

(Von sphärischen erhabenen Spiegeln.)

In den sphärischen erhabenen Spiegeln erscheinen die Gegenstände weit kleiner, als sie wirklich sind. Sie scheinen näher hinter dem Spiegel, als sie davor stehen, und gleichsam etwas gekrümmet. (Fig. 41.) Es sei R G der Durchschnitt eines erhabenen Spiegels, das Objeckt sei A B; und das Auge sei in O. Es seien A l und B f Strahlen,

die

die aus den Endpunkten des Objeckts auf den erhabenen Spiegel fallen, sie werden, wenn sie gebrochen sind, in O kommen. Wenn ich nun diese Strahlen zurücke ziehe bis dahin, wo sie den verlängerten Radius, der vom Centro des Spiegels bis an die Figur gezogen ist, durchschneiden, (denn das ist der Perpendickel, der vom Bilde auf den Spiegel gezogen werden kann) so scheinen sie aus E und D zu kommen, weil das Auge allezeit nach graden Linien urtheilet. Man kann hiedurch ohngefähr sehen, wie die Objeckte in einem erhabenen Spiegel sich verkleinern, weil sich eine weitere Erklärung, da die Absicht dieser Betrachtungen keine geometrische Beweise leidet, nicht geben lässet. Es können Fälle vorkommen, wenn nemlich der strahlende Punkt sehr schief auf den erhabenen Spiegel fället, da das Bild auf der Oberfläche des Spiegels etwa gar in der freien Luft erscheinet. Aber beide Fälle kommen selten vor, und der letzte der zwar der Theorie nach wahr ist, ist so schwer practisch in Ausübung zu bringen, daß ich nicht nöthig habe diese Fälle zu erklären.

(Von Hohlspiegeln.)

Bei einem Hohlspiegel sind die Erscheinungen ganz anders. Der Brennpunkt, wo alle Strahlen zusammen kommen, ist bei einem Hohlspiegel nicht völlig um die halbe Länge des Radius entfernet, welcher zu der Kugel gehöret, von der der Spiegel ein Abschnitt ist.

Wenn

Wenn ein Gegenstand in dem Brennpunkte des Spiegels stehet, so wird man ihn nirgens erblicken im Spiegel. Stehet er zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel; so wird man ihn im Spiegel sehr vergrössert und aufgerichtet sehen, stehet er weiter, als der Brennpunkt vom Spiegel weg, so wird man ihn vor dem Spiegel in freier Luft, aber verkehrt, erblicken. Wir wollen von allen eine Zeichnung beifügen.

(Fig. 42.) Es stehe das Objeckt erstlich im Brennpunkte des Spiegels. Es sei AB ein Hohlspiegel aus dem Mittelpunkte C gezogen, F sein Brennpunkt, daselbst stehe ein Objeckt; seine Strahlen fallen nach G und I; da sie unter eben den Winkeln zurückprallen, da sie aufgefallen sind, so wird der Strahl FX grade zurückgehen, und die Strahlen FG und FI nach H und K kommen. Sie sind unter einander gleichlaufend, und da sich also alle Strahlen eines Punkts nicht wieder vereinigen, so wird man das Bild nirgend zu sehen bekommen. Allein wenn ein Licht in den Brennpunkt gesetzet wird, so wird daher die Wirkung entstehen, daß die Strahlen sehr weit hinfallen werden, und also ein weit entferntes Objeckt erleuchten, indem sie nicht zerstreuet werden, sondern gleichlaufend bleiben.

(Fig. 43.) Das Objeckt stehe zwischen dem Spiegel und dem Brennpunkte. Es sei AB ein Hohlspiegel, C das Centrum, woraus er gezogen ist, folglich Cm und Cr grade Linien, die unter

rechten

rechten Winkeln auf ihm stehen, DE der Gegenstand, der zwischen dem Brennpunkte F und dem Spiegel selbst stehet, DR und EG sind von ihm fallende Endstrahlen, sie kommen nach der Reflection ins Auge O. Wenn ich sie nun zurückführe, bis sie an die graden Linien kommen, die auf dem Spiegel unter rechten Winkeln gezogen sind, so wird, weil wir alles, was wir sehen, nach graden Linien beurtheilen, das Objeckt weiter hinter dem Spiegel in HI und mehr vergrössert erscheinen.

(Fig. 44.) Das Objeckt stehe ausser dem Brennpunkte des Spiegels, so wird es in der freien Luft ausser dem Spiegel und verkehrt erscheinen. Es sei AB der Hohlspiegel, F sein Brennpunkt, C das Centrum, woraus die krumme Spiegel-Linie AB gezogen ist. Das Objeckt sei KL. Weil von allen Punkten des Objeckts nach allen Gegenden Strahlen fliessen; so fallen auch von allen Punkten des Objeckts einige durch den Brennpunkt, diese werden nach der Zurückwerfung parallel mit der Axe des Spiegels GC. Wir wollen die Endstrahlen des Objeckts KH und LE betrachten, diese kommen also nach N und M. Es fallen ferner von allen Punkten des Objeckts Strahlen unter der Lage, daß sie gleichsam verlängerte Radios des Cirkelschnits AB ausmachen, oder solche Strahlen, die, wenn sie rückwärts verlängert würden, in den Mittelpunkt C fallen würden. Alle Radii eines Cirkels fallen unter rechten Winkeln auf den Cirkel, sie werden also in sich selbst zurückgeworfen. Es

sind hier die Strahlen LI und KD, da sie in sich selbst zurückgeworfen werden, schneiden sie sich mit den parallel Strahlen in M und N. Wo sich die Strahlen alle schneiden oder vereinigen, wird das Bild des Gegenstandes entworfen, das Bild des Objeckts KL wird sich also in MN schildern, aber vergrössert und verkehrt, wie man aus dem Laufe der Strahlen auch schon siehet. Indessen muß der Hohlspiegel sehr gut sein, wenn er diese Erscheinungen hervorbringen soll, und man findet sie selten von solcher Güte. Bei paraboliſchen Spiegeln würde dieses Experiment noch besser von statten gehen, aber es ist ausserordentlich schwer, ja fast unmöglich, einen vollkommen guten paraboliſchen Spiegel zu verfertigen, und die Fehler desselbigen sind seiner Wirkung nach viel schädlicher, als die Fehler des spärischen Spiegels. Man findet doch aber zuweilen Hohlspiegel, welche diese Erscheinung, die ich eben erkläret habe, sehr gut vorstellen. Es sind noch sehr viele optische Erscheinungen in den Hohlspiegeln zu bemerken, die ich aber der Kürze halber übergehe. Ich rede gleichfalls nicht von cylindrischen, conischen, pyramidaliſchen, paraboliſchen, elliptischen und andern Spiegeln. Viele davon sind mehr wegen der seltsamen Erscheinungen bei verzerreten Bildern, die wir in ihnen bemerken, als wegen ihres Nutzens merkwürdig. Man findet Schriftsteller genug, die es mechanisch lehren, wie man ein Bild vorstellen soll, welches unter solchen Spiegel gelegt, in selbigem in seiner wahren Gestalt erscheinet.

(Vom Spiegel-Teleſcop.)

Ich gedenke noch mit ein paar Worten des Spiegel-Teleſcops und der Zauberlaterne. Das Spiegel-Teleſcop iſt von Neuton um das Jahr 1668 erfunden worden. Zwar ſchreibt ſchon 1663 Jacob Gregory in ſeiner optica promota auch von einem Spiegel-Teleſcop, und dieſem kann man alſo eigentlich die Erfindung zu ſchreiben. Weil die Neutoniſchen Spiegel-Teleſcope die Unbequemlichkeit haben, daß man zur Seite hineinſehen muß, ſo findet man ſie nicht ſo häufig im Gebrauche, ohngeachtet ſie ſehr groſſe Vollkommenheiten beſitzen. Indeſſen ſind doch beide Erfindungen bis an das Jahr 1719 eben nicht genutzet worden, da ſie endlich von Hadley ſehr verbeſſert und zur Vollkommenheit gebracht worden, der ſtatt der paraboliſchen und elliptiſchen Spiegel, ſphäriſche hineinſetzte, und ſie ſind nachher immer mehr und mehr verbeſſert. Ihre Wirkungen ſind ungemein vorzüglich: denn ein Spiegel-Teleſcop von einem Fuß, das gut verfertiget iſt, thut eben die Dienſte, als ein Tubus von 10 oder 12 Füſſen. Ich will einige Beſchreibung des gregorianiſchen Teleſcops geben, weil das doch in unſern Gegenden am mehreſten im Gebrauch iſt, wo man das Neutoniſche ſelten ſiehet. Wir werden freilich nur den Lauf der Strahlen zeigen können, weil die weitere Erklärung ſchon Geometrie erfodert.

(Fig. 45.) Es iſt TTYY eine meßingene weite Röhre, in welcher LldD ein wohl polirter

Hohlspiegel lieget, in diesem ist in der Mitte in X ein grosses Loch, welches nach gehörigen Verhältnissen gemacht ist. Gegen über in EF ist ein Hohlspiegel von einem weit kleinern Segment, welches gleichfalls nach einem gehörigen Verhältniß zu dem grossen verfertiget ist, dieser ist an einem beweglichen Arm RT bevestiget, so, daß er hin und her kann geschoben werden, um ihn nach eines jedem Gesichte zu richten. Er muß in solcher Lage sein, daß beider Axen eine Linie ausmachen. Es sei AB ein Gegenstand, der weit entfernt ist, von welchem Strahlen ausfallen. Diese haben sich, ehe sie nach den Telescop kommen, schon durchschnitten. Die von dem obersten Theil A ausfallende Strahlen sollen Cc, und die, von untersten Ii sein. Die Strahlen Cc kommen auf dem hintersten hohlen Spiegel in dD, und die Strahlen Ii kommen nach Ll, hier werden sie zurückgeworfen, und wenn sie in ihren Brennpunkt KH kommen, so entwerfen sie daselbst ein Bild, aber verkehrt, sie fahren weiter und kommen auf den kleinen Spiegel nach EG und pF. Die von da zurückprallende Strahlen würden das Bild in QQ aufgerichtet darstellen, man würde aber alsdenn durch ein kleines Loch, durch welches das Auge bei O stehet, nur einen kleinen Theil des Bildes erblicken. Daher ist bei MN ein Ocularglas gesetzet, welches die Strahlen gleich durch die Brechung näher zusammen bringt, und das Bild pr in ZZ aufgerichtet darstellet. Y YnSS ist noch ein Ocularglas, dessen Brennpunkt gleichfalls in ZZ ist, da nun die

Strahlen daselbst aus einem Punkt ausfahren, so werden sie durch die Brechung parallel, und kommen in das Auge O, woselbst man also das Bild ZZ erblicket. Da viele Strahlen durch die Refracktion und Reflecktion verlohren gehen, so müssen nothwendig die Objeckte nicht so helle scheinen, als man sie mit blossen Augen erblicken würde, wenn man ihnen so nahe wäre, als sie durch das Telescop erscheinen. Es werden die gregorianischen Telescope jetzt sehr gut in Göttingen verfertiget, welche den englischen nichts nachgeben, und weil die Spiegel von härterer Materie sind, vielleicht die Politur noch länger erhalten. Der Verfertiger derselben ist Herr Campen, ein sehr geschickter Mechanicus. Die Telescope würden die vollkommensten optischen Werkzeuge sein, wenn die Spiegel nicht mit der Zeit blind würden. Die blosse Luft verursachet es, in den Feuchtigkeiten, welche sie bei sich führet, ist eine Säure, welche diese Spiegel angreifet. Es ist wahr, sie können wieder poliret werden, aber nicht ohne die grösste Gefahr, ihre Figur zu verlieren. Wenn die alte Schaale nicht mehr da ist, und man schleift sie nach neuen Schaalen, die den alten ähnlich sind, welches man aus Berechnungen wissen kann, so ist es so gut, als ob das Telescop neu verfertiget würde. Die Dollondischen Tubi die aus 2 Gläsern von verschiedenen Dichtigkeiten bestehen, fangen an die Telescope zu verdrängen, weil sie gleichfalls nicht lang, und da sie aus Gläsern bloß bestehen, weit dauerhafter sind.

(Von der Zauber-Laterne.)

Die Zauber-Laterne bestehet aus einem Kasten, in welchem sich an der Wand ein Hohlspiegel befindet. In dem Brennpunkte dieses Hohlspiegels stehet eine angezündete Lampe, und vorne an dem Kasten ist eine blecherne Röhre angelötet, in welcher sich ein erhabenes Glas befindet, welches von einer kleinen Kugel ein Segment ist. Zwischen dem Glase und dem Lichte, nicht weit von Brennpunkte des Glases, ist eine Ritze in die Röhre geschnitten, durch welche die auf das Glas mit durchsichtigen Farben gemahlte Bilder gesteckt werden. Da die Lampe im Brennpunkte des Hohlspiegels stehet, so werden ihre Strahlen nach geschehener Reflecktion parallel, also häufig aufs Bild, und durch das Bild aufs Glas geworfen, da nehmen sie die Farben an, welche die gemahlten Bilder haben. Sie kommen nun aufs Glas, von diesem werden sie nun verkehrt, und weiter aus einander fahrend an die Wand geworfen. Da von allen Punkten des Bildes Strahlen kommen, so werden auch von allen Punkten Strahlen an die weisse Wand kommen, das ganze Bild wird also an der Wand geschildert werden. Es wird aber verkehrt geschildert, und aus der Ursache steckt man die Bilder verkehrt ein, damit sie sich an der weissen Wand aufgerichtet entwerfen. Gemeiniglich aber werden zwei Gläser in die vorderste Röhre gethan, die sich aus- und einschieben lassen, das vorderste Glas bestehet aus einem Abschnitte einer grössern Kugel, als das hintere, da denn das erstere die Strahlen etwas sammlet, das

vorderste sie nach völlig geschehener Vereinigung aus einander treibet. Das Sonnen-Microscop ist in der That eine völlige Zauber-Laterne, da das Sonnenlicht statt der Lampen hinten auf einem Planspiegel aufgefangen, und von da aufs durchsichtige Objeckt und die Gläser gebracht wird.

Ich beschliesse dieses Capitel mit der Erklärung einer Lufterscheinung, der ich hier, wegen ihrer Schönheit, eine Stelle gebe, und die, wie viele Lufterscheinungen, sich aus der Optick gut erklären lässet. Ich will mich bemühen, ungeometrischen Lesern einige Begriffe vom Regenbogen zu geben, da seine Theorie sehr in die Theorie der Farben hineinschlägt.

(Vom Regenbogen.)

Der Regenbogen entsteht, wenn die Sonne sich in einer gewissen Höhe über dem Horizont befindet, und ihre Strahlen in die gegen ihr über fallende Regentropfen wirft. Man wird niemalen einen Regenbogen erblicken, als wenn man sich in solcher Stellung befindet, daß man die Sonne hinter sich, und den Regen vor sich hat. Die Sonnenstrahlen werden in den Regentropfen gebrochen, sie werden durch die verschiedene Brechung, die sie in einem Regentröpflein leiden, in ihre Farben abgesondert, und diese Farben kommen in unser Auge. Es entstehen eben die Farben, welche sich zeigen, wenn ein Sonnenstrahl durch ein gläsernes Prisma in ein verfinstertes Zimmer fället, und in seine sieben Hauptfarben zertheilet wird. Wir wollen die We-

ge zeigen, welche ein Sonnenstrahl in einem Wassertropfen nehmen muß, ehe er in die Farben zertheilt zu unserm Auge kommt.

(Fig. 46.) Es sei A eine mit Wasser angefüllete gläserne Kugel, oder ein Wassertropfen. BE sei ein schief auffallender Sonnenstrahl. Da er aus einer dünnern Materie der Luft, in eine dichtere, den Wassertropfen kommt, wird er gegen den Perpendickel CA gebrochen, er kömmt also nach F. Bei F fähret ein Theil des Strahls heraus, und weil er wieder in die Luft als eine dünnere Materie kömmt, gehet er vom Perpendickel FG weg, und kömmt nach H. Der Theil des Strahls aber, der noch in der Kugel blieb, wird unter eben dem Winkel zurückgeworfen, da er bei F auffiel, wie die Gesetze der Reflecktion dieses erfodern, er muß also nothwendig nach I kommen. Hier fähret er aus der Kugel heraus und kömmt nach unserm Auge. Es bleibt freilich noch immer etwas vom Strahle in der Kugel, welches aber so lange reflcktirt wird und herausfähret, bis es gänzlich aus der Kugel gekommen ist. Wenn der Strahl bei I aus der Kugel fähret; so wird er in seine sieben Farben zertheilet, wie beim Prisma geschahe. Es kommt derjenige davon in unser Auge, der mit uns den Winkel ausmachet, den wir gleich unten bestimmen werden. Man kann sich hievon durch die Erfahrung überzeugen. Man nehme eine gläserne mit Wasser gefüllete Kugel, die man an einem Bande aufhängen kann, man hänge sie über eine Rolle, so,

daß

daß man sie auf und nieder ziehen kann, und lasse einen Sonnenstrahl darauf fallen, so zeigen sich unten an der Erde die Regenbogen-Farben; wenn man aber die Kugel selbst ansiehet, so siehet man nur einen rothen, blauen, gelben oder andern der sieben Strahlen, nachdem man in einem dieser Strahlen stehet, weil sie alle unter verschiedenen Winkeln gebrochen werden, der rothe am wenigsten, und der violette am meisten. Man wird sie nach gerade alle sieben zu sehen bekommen, wenn man die Kugel an den Enden etwas auf und nieder lässet, und also ihren Winkel mit unserm Auge verändert.

Man bilde sich sieben solcher Kugeln oder Wassertropfen ein, die über einander hängen, so hat man sieben verschiedene Winkel, und nun ist es möglich, alle sieben Farben auf einmal zu erblicken.

(Fig. 47.) In der 47sten Figur sollen HIK LMNO sieben mit Wasser gefüllete Glaskugeln oder sieben Wassertropfen sein, die Sonnenstrahlen S fallen auf alle gleichlaufend, und man kann sie mit Recht so betrachten, weil sie von einer so weiten Entfernung herkommen. Sie brechen sich in diesen sieben Wassertropfen, und in jedem werden alle sieben Farben abgesondert. Nur können wir aber den Strahl, der am meisten gebrochen wird, welcher der violette ist, nur unter einem Winkel von 40 Graden 17 Minuten sehen, wenn wir in einem gewissen Stande sind, alsdenn müssen wir uns die Linie PR, an welcher Ende P sich unser Auge be-

findet, mit den Sonnenstrahlen gleichlaufend gedenken, so daß, wann PR durch unser Auge gienge, sie verlängert ins Centrum der Sonne käme. Den rothen Strahl, der am wenigsten gebrochen wird, können wir in solchem Stande nur unter 42 Grad 2 Minuten sehen, und fallen alle andere Strahlen dazwischen. Man siehet es gleich aus der Figur, daß der rothe Strahl am wenigsten, und der violette am meisten vom Perpendickel L N abweichen, und die andern alle dazwischen fallen.

Man wende dieses auf den Regenbogen an, so werden wir ihn erklären können. Der Regen ist ein Haufen durchsichtiger Wasserkugeln, wenn die Sonne gegen der Regenwolke über stehet und darauf scheinet, so werden ihre Strahlen in jedem Wassertropfen auf die eben beschriebene Art gebrochen, und in jedem Regentropfen die sieben Farben, woraus der Sonnenstrahl bestehet, abgesondert. Wir sehen diese Farben aber nur alsdenn, wenn wir uns unter dem gehörigen Winkel befinden. Stehen wir also, daß wir den Regen vor uns, und die Sonne auf dem Rücken haben, und zwar in solchem Stande, daß, wenn man von der Sonne eine Linie durch unser Auge zöge, selbige, wo sie aus unserm Auge gehet, einen Winkel von 42 Graden mit den Regentropfen machet: so bekommen wir die sieben Regenbogen-Farben zu sehen.

(Fig. 48.) Die 48ste Figur wird dieses erklären. Es regne in der Gegend SRCD, das Auge des Zuschauers sei in O_2 auf die Regentropfen

fen fallen die Sonnenstrahlen SS, und das Auge des Zuschauers in O stehe also, daß die OR rückwärts verlängert auch in die Sonne treffe. Dieser Winkel AOR sei 42 Grade groß; so wird der Winkel BOR 40 Grade groß sein, und unter diesen Bedingen wird der Zuschauer in O die sieben Farben des Regenbogens erblicken. Es werden in jedem Regentropfen die sieben Farben erzeuget werden, aber er wird aus A nur die rothe, und aus B die violette, und zwischen A und B die andern in ihrer Ordnung sehen. Tiefer als B werden eben die sieben Farben erzeuget, aber das Auge in O kann sie nicht sehen; stünde es niedriger, so würde es die sieben Farben unter B erblicken, aber alsdenn nicht die, welche über B sich erzeugen. Eben so würde sich alles dieses ändern, wenn das Auge mehr zur Seite stünde. Ueberhaupt, so oft das Auge eine andere Lage annimmt, siehet es andere gebrochene Sonnenstrahlen, weil die Lage des Winkels AOR beständig verändert wird. Man siehet hieraus, daß, wenn auch noch so viele Leute bei einander stehen, und einen Regenbogen erblicken, jeder einen andern Regenbogen siehet, weil eines jeden Auge mit dem Regen und der Sonne einen Winkel von 42 Graden machet, der in einer andern Lage sich befindet.

Da man den Regenbogen unter einem Winkel von 42 Graden 2 Minuten, und 40 Grade 17 Minuten allezeit siehet; so wird auch seine Breite allezeit 1 Grad 45 Minuten sein.

Wenn es aus einer schwarzen Wolke regnet, so sehen wir den Regenbogen weit lebhafter, die Ursache ist leicht zu entdecken. Sie liegt darin, weil kein fremdes hinter dem Regenbogen befindliches Licht mit ins Auge fällt, und die Empfindung der Farben schwächet.

Wir sehen den Regenbogen, als ein Cirkelstück, wir würden allezeit einen ganzen farbigten Cirkel sehen, wenn uns die Erde nicht im Wege stünde. (Fig. 49.) Da ich vom Auge angerechnet allezeit in dem Regentropfen die Farben unter einem Winkel von 42 Graden erblicke und das an allen Orten, wo ich in der regnenden Fläche 42 Grade machen kann, so würde das allezeit den Kegel OAB machen, da alle Strahlen unter gleichen Winkeln lägen, und dessen Grundfläche allezeit einen vollkommenen Cirkel ausmachen würde. Denn wenn ich die Linie, die ich in Gedanken durch mein Auge bis an die Sonne ziehe, als die Axe ansähe, die mit einem Ende auf meinem Auge und mit dem andern auf der regnenden Fläche stehet, von meinem Auge an bis an die regnende Fläche lauter Linien zöge, die mit dieser Axe den Winkel von 42 Graden 2 Minuten machten; so bekomme ich den äussersten Rand des Regenbogens und ein wahres Cirkelstück, welchen ich aus diesen Gründen ganz bekommen müßte, wenn die Erde nicht im Wege stünde.

Es sei EC in diesem Kegel die Erde oder der Horizont, da höret es auf zu regnen, folglich höret auch der Regenbogen-Cirkel auf zu erscheinen.

Ich

Ich kann also niemalen einen vollen Cirkel vom Regenbogen sehen, allein man kann auch nicht einmal einen halben Cirkel erblicken. Stehet die Sonne schon sehr hoch über dem Horizont, so kann man gar keinen Regenbogen sehen; stehet sie aber 42 Grad hoch, so wird er sehr klein sein, weil AO alsdenn mit dem Horizont parallel ist, Fig. 48. Je niedriger sie aber stehet, desto grösser ist der Bogen. Im Sommer stehet die Sonne am Mittage weit höher, als 42 auch 54 Grad, also können wir alsdenn nie einen Regenbogen erblicken. Wenn die Sonne und der Zuschauer eben im Horizonte sind, so wird man beinahe einen halben Cirkel sehen, weil die Linie OR, Fig. 48., alsdenn mit dem Horizonte gleichlaufend ist, (folglich den ganzen Cirkel, den wir sehen würden, wenn uns die Erde nicht im Wege stünde, in zwei gleiche Theile zerschneidet.) Wir werden des Abends den größten Regenbogen erblicken. Gegen Süden können wir niemals einen Regenbogen sehen, weil uns die Sonne niemals gänzlich nach Norden stehet; und die Einwohner der mittäglichen Länder sehen niemals einen Regenbogen auch in Norden, weil ihnen die Sonne niemals gänzlich gegen Süden stehet.

Die Grösse des Cirkels, den der Regenbogen machet, wird auch öfters dadurch bestimmt, ob man nahe oder weit von dem Regenbogen ist. (Fig. 49.) Das Auge sei in O, wenn es in der Gegend caeb regnet, siehet man den halben Cirkel aec, weit kleiner, als wenn es in der Gegend

AEB

AEB regnet, da man, wenn das Auge in O bleibet, den halben Cirkel AEC siehet.

Man kann aus obigen Gründen dem Regenbogen ganz nahe sein, aber es ist unmöglich, ihn zu erreichen, er wird vor die hinzugehenden gleichsam fliehen, und die sich entfernenden verfolgen, weil er nur unter den gehörigen Winkeln kann gesehen werden. Wenn der Regen an einem Orte eher, als an dem andern aufhöret; so verschwindet auch der Regenbogen an einem Schenkel eher, als an dem andern, oder auch manchmal wol zuerst in der Mitte.

Wir erblicken manchmal zwei Regenbogen über einander, Es geschiehet dieses nicht, weil der erste Regenbogen sich noch mal in den Wolken schildert, sondern weil die Sonnenstrahlen in dem einen Theil der Wassertropfen auf eine andere Art gebrochen werden. Der andere Regenbogen, den wir sehen, ist der oberste, und die Farben stehen an ihm in verkehrter Ordnung, so, daß das violette auswärts zuletzt und das rothe inwendig zuerst ist. Ich will die Ursache davon anzeigen.

(Fig. 50.) Es sei SA ein Sonnenstrahl, der unten in den Regentropfen fället, Kraft der Gesetze der Refracktion und Reflecktion gehet er nach C, wo er zum Theil herausgehet, von da nach G, da er zum Theil heraus, zum Theil nach I gehet, von da fähret er heraus, wird in seine sieben Theile zertheilet, und einer von den sieben Theilen kommt ins Auge O. Man gedenke sich abermal sieben

solcher

solcher Wasserkugeln über einander; so hat man sieben verschiedene Winkel, und abermal die sieben Hauptfarben. Und da der rothe Strahl am wenigsten gebrochen wird, muß er auch, wenn der Sonnenstrahl unten in die Regentropfen-Kugel gefahren ist, von den untersten Wassertropfen nach unserm Auge kommen, und der violette von den obersten; also müssen die Farben verkehrt stehen. (Fig. 51.) Man sehe die 51ste Figur. Es sind hier zwei Regenbogen über einander, die Sonnenstrahlen sind alle gleichlaufend, und fallen auf alle Theile der Wässertropfen; allein von den obersten können nur die zum Auge kommen, nachdem sie gebrochen und zurückgeworfen sind, die unten einfallen: von den untersten kommen die zum Auge, die oben eingefallen sind. Man siehet es gleich aus der Figur, daß bei den obersten sich der Strahl NO vielmehr vom Wege ablenken muß, als der Strahl MO, folglich muß NO, der violette, und MO, der rothe sein, beim untersten Bogen ist das Gegentheil. Neuton hat gezeiget, daß der Winkel MOR 50 Grad 57 Minuten, und NOR 54 Grad 7 Minuten sein müsse. Dieser Regenbogen kann nicht so lebhaft sein, als der erste, weil die Strahlen erst so viel mal in den Wassertropfen reflecktirt werden, ehe sie nach unserm Auge kommen, und immer viel Licht aus den Regentropfen fähret. Man wird ihn ferner nicht so häufig sehen, als den ersten. Siehet man den obersten, so wird man auch den untersten gewöhnlich erblicken, es müßte denn sein, daß die Sonne schon über 42 Grad gestiegen wäre.

Da der Regenbogen aus der Brechung der Sonnenstrahlen in den Regentropfen herrühret, und Gott weder die Natur des Regens noch der Lichtstrahlen seit der Erschaffung der Welt wird geändert haben: so siehet man hieraus ganz leicht, daß der Regenbogen schon vor der Sündfluth da gewesen sei, und daß Gott ihn nach der Sündfluth nur zum Zeichen erwählet habe, daß niemals ein solches allgemeines Unglück über das menschliche Geschlecht ergehen sollte. Man hat noch sehr viele Lufterscheinungen, die durch die Strahlen-Brechung können erkläret werden, dahin schon ohne Zweifel auch die Erscheinung mit gehöret, warum man die Sonne im Winter zuweilen früher aufgehen siehet, als es wirklich geschehen sollte. Es ist ihr Bild, welches in den Dünsten gebrochen wird, und zu unserm Auge kommt, ehe die Sonne aufgegangen ist, wie den die Holländer einsmals die Sonne in Nova Zembla eine ganze Zeit eher gesehen, als sie selbige ihrer Berechnung nach hätten sehen sollen.

(Exempel von dem Zurückgehen des Schattens an einer Sonnen-Uhr.

Zu den Lufterscheinungen, welche sich aus der Optick erklären lassen, gehöret auch die merkwürdige Geschichte, welche Parent *) erzählet. Der Prior Romvald in einem Kloster zu Metz, sahe 1703, den 7ten Junius an der Sonnen-Uhr, daß der Schatten auf 12 wies, und es schlug zugleich

*) Recherch. de Physique. Tom. I. pag. 256.

12 auf zweien Kirchen. Als er nochmals nach der Sonnen-Uhr sahe, wurde er gewahr, daß der Schatten bis $\frac{1}{4}$ über 11 Uhr zurück gegangen war. Er rief einen Mönch, dieses mit anzusehen, und der Schatten gieng noch zurück bis $\frac{1}{2}$ eilf Uhr, nach diesem kam er wieder auf 12 Uhr und gieng ordentlich fort. Es befanden sich damals kleine Wolken in der Luft, die vor der Sonne hergetrieben wurden, aber ohne Regen. Läßt sich diese Erscheinung nicht recht gut von der Brechung der Strahlen in den kleinen Wolken, die vor der Sonne hergewehet worden, erklären? Vermuthlich sind es Hagelwolken gewesen, darin sich die Strahlen gebrochen haben. Und könnte man diese Erklärung nicht auch bei dem Wunder gebrauchen, welches der Prophet Jesaias dem jüdischen Könige Hiskias zum Beweise seiner Genesung sehen ließ? Es sei ferne von mir, daß ich dieses Wunder dadurch schwächen wollte, es bleibet in seiner völligen Stärke. Der Prophet konnte es ohne Offenbarung nicht wissen, daß eine Wolke von solcher Art sich vor die Sonne setzen würde, und überdem, so konnte Hiskias wählen, ob der Zeiger zurück oder vorwärts gehen sollte. Aber man hat nicht nöthig zur Erklärung dieses Wunders sich vorzustellen, daß die ganze Erde in ihrer Bewegung zurück gegangen sei, da es Gott weit leichter bewerkstelligen konnte. Ich habe nur einige der vornehmsten Erscheinungen beim Sehen berührt, diese Materie ist so reich, daß sie sich nicht leicht erschöpfen läßt. Ich beschliesse dieses

Capitel mit einer allgemeinen Betrachtung über das Sehen.

Wir lernen nach gerade sehen, so wie wir nach gerade gehen und reden lernen, und wir bringen zu allen diesen Dingen nur die Fähigkeit, es zu lernen mit auf die Welt. Ein neugebornes Kind wird im Anfange gar keine Empfindung von den Gegenständen durchs Gesichte haben, und es wird nachher noch lange währen, ehe es mit zunehmendem Alter von der Figur, Grösse und Entfernung der Gegenstände, von sich und andern Dingen richtige Begriffe bekommt. Die öftere Erfahrung wird es ihn lehren, und bei zunehmenden Jahren urtheilet der Mensch von allen Dingen mit der größten Fertigkeit, ohne sich einmahl bewußt zu sein, daß er durch Vernunftschlüsse, die sich auf häufige Erfahrungen gründen, davon urtheilet. So wie wir, wenn wir bekannte Wörter hören, gleich von den Dingen, die sie bedeuten, Begriffe in unsre Seele bekommen, und uns nicht bewußt sind, wie viele Mühe es uns kostete, ehe wir diese Wörter behalten und mit ihnen die Begriffe verbinden konnten, welche sie jetzt gleich bei uns erregen. Diese Betrachtung ist gar keinem Zweifel unterworfen. Jeder Mensch wird blind geboren, und bekömmt sein Gesicht nach gerade. Man findet bei ganz neugebornen Kindern eine Haut im Auge über die Pupille, welche sie bedecket, und die die Aerzte tunicam pupillarem nennen. Diese Haut ist an dem innern

Rande

Rande der Farbenhaut bevestiget, und bedecket die Pupille völlig. Es ist hiebei eine weise und zärtliche Vorsorge Gottes. Ein neugebohrnes Kind, welches aus der größten Dunkelheit auf einmal ans Licht kommt, würde völlig blind werden, oder wol gar an Convulsionen sterben, wenn das Licht auf einmal so stark auf seine Augen wirkte. Aber der Flohr im Auge vor der Pupille verhindert es. Es kann nichts sehen, höchstens kann es Licht und Finsterniß unterscheiden, und einige schwache Empfindungen, wie von einem dämmernden Lichte haben. Dieser Flohr wird immer dünner, und verlieret sich endlich vom Mittelpunkt nach den Umfange so, daß das Auge nach gerade zu der Anzahl der Lichtstrahlen gewöhnet wird, die durch die ganz offne Pupille fallen können. Es erkläret diese Betrachtung den Ausdruck des Herrn von Haller in seinem Gedichte über die Ewigkeit:

Mein Ohr verschloß ein Fell, mein Aug' ein Staar.

Bei den Thieren, die keine membranam pupillarem haben, gebrauchte der Schöpfer eine ähnliche Vorsicht. Sie werden blind gebohren, (z. E. Katzen, Hunde ꝛc.) und ihre Augen öffnen sich nach gerade, um auch nach gerade des Lichts gewohnt zu werden.

Wenn man auf die Handlungen der Kinder Acht giebt, so bemerket man ganz deutlich, daß sie nach gerade sehen lernen; einige Zeit greifen sie nach nichts,

und wenn sie nachher nach etwas greifen, fahren sie öfters mit den Händen vorbei, und berühren den Gegenstand nicht; weil sie von Licht und Schatten und von der Entfernung der Gegenstände noch gar keine Begriffe haben. Hiernächst befühlen sie alles, ja sie nehmen aus einem natürlichen Instinckt wohl gar den Geschmack zu Hülfe und stecken alles, was sie habhaft werden können, in den Mund, und solchergestalt lernen sie durch die vereinte Wirkung der Sinne nach und nach das Sehen.

(Geschichte eines Blindgebornen, der, nachdem ihm der Staar gestochen, das Gesichte wieder bekommen hat.)

Man kann einen Blindgebornen, der unvermuthet das Gesicht bekömmt, auf gewisse Art, als einen Menschen betrachten, der das Sehen lernet, ich sage, nur auf gewisse Art, weil ein solcher Mensch, wenn er erwachsen ist, weit leichter sehen lernen wird, als ein Kind, indem er seinen Verstand und sein Gedächtniß zu Hülfe nimmt, welches alles einem Kinde fehlet. Allein er lernet doch das Sehen und die Empfindungen, die er dabei hat, werden diese Betrachtung bestätigen und erläutern. Herr Cheselden, ein englischer Wundarzt, erzählet solche merkwürdige Geschichte in den philosophischen Transacktions Nro. 402. Einem Knaben wurde in seinem 13ten Jahre der Staar gestochen. Er hatte vorher nur Tag und Nacht unterscheiden können,

nen,

nen, und bei sehr starkem Lichte Farben dämmern gesehen. Seine Begriffe von Farben, die er vorher hatte, waren so dunkel, daß er sich ihrer nicht mehr erinnerte, als er das Gesicht wieder bekam. Als ihm der Staar gestochen war, wirkten die Lichtstrahlen und mannigfaltige Gegenstände so stark auf seine Augen, daß er an Convulsionen würde gestorben sein, wenn man ihm die Augen nicht wieder verbunden hätte. Als er den Gebrauch seiner Augen wieder bekam, schienen die Farben ihm die schönsten zu sein, die die lebhaftesten waren, und Scharlach gefiel ihm am besten, vermuthlich, weil der rothe Strahl des Lichts die Netzhaut am mehresten reizet. Da er zum erstenmal schwarz sahe, war es ihm äusserst zuwider, aber endlich ließ er es sich doch gefallen. Aber als er etliche Monate nachher eine Mohrin erblickte, erschrack er gewaltig. Wie er erst anfing zu sehen, wußte er von keinen Entfernungen zu urtheilen, er bildete sich ein, die Dinge, die er sähe, berührten seine Augen. Vermuthlich verursachte diese Empfindung die Ungewohnheit der Lichtstrahlen, die auf seine noch gar zu zarte Netzhaut heftig wirkten. Er glaubte, alle Dinge berührten auf eben die Art seine Augen, wie das, was er anfühlte, seine Hände berührte. Was glatt und ordentlich war, gefiel ihm sehr; aber er konnte nicht sagen, was ihm daran gefiel. Alle Dinge, die er zuvor durchs Gefühl erkannt hatte, kannte er durchs Gesichte nicht. Er unterschied auch im Anfange keine Sache von der andern,

sie mogte auch noch so verschiedene Gestalt und Grösse haben. Wenn man ihm die Dinge nannte, die er zuvor durchs Gefühl schon erkannt hatte, so betrachtete er sie sehr aufmerksam, um sie wieder zu kennen, weil er aber täglich viele Sachen durchs Gesicht kennen lernte, so geschahe es oft, daß er diejenigen, die er gekannt hatte, wieder vergaß. Er sagte, er lernte in einem Tage tausend Dinge, die er auch wieder vergässe. Man hatte ihm oft sagen müssen, welches die Katze und welches der Hund wäre, die er vorher durchs Gefühl sehr gut gekannt hatte, aber er vergaß es immer, endlich fieng er die Katze, betrachtete sie genau, setzte sie wieder nieder, und sagte: nun will ich dich ein andermal kennen.

Er verwunderte sich sehr, daß die Dinge, die ihm durchs Gefühl am schönsten vorgekommen waren, nicht auch seinen Augen am besten gefielen. Er hatte erwartet, daß die Personen, die er am liebsten hatte, auch am besten aussehen sollten, und was am besten schmeckte, sollte auch die beste Gestalt haben. Er konnte sich anfangs gar keine Begriffe von Gemählden machen, er sahe sie für bunte Flächen an, als er aber nach zwei Monaten bemerkte, daß sie Körper, Erhöhungen und Vertiefungen vorstelleten, so erstaunte er, daß sie nicht so anzufühlen wären, wie sie aussähen, und aller Orten glatt waren. Er fragte, welcher Sinn ihn betrüge, das Gesicht oder das Gefühl. Als er seines Vaters Bild sahe, welches auf einem Ange-

hänge

hänge an seiner Mutter Uhr gemahlet war, bemerkte er zwar eine Aehnlichkeit, aber er verwunderte sich ungemein, daß es möglich sey, ein so grosses Gesicht in solchem kleinen Raum vorzustellen, und sagte, daß es ihm eben so unmöglich würde geschienen haben, einen Scheffel in eine Metze zu bringen. Wie er erst anfieng zu sehen, konnte er wenig Licht vertragen. Er hielt alles, was er sahe, für sehr groß, als er aber grössere Dinge sahe, hielt er die vorhingesehenen für sehr klein. (Ein sichrer Beweis, daß wir nach gerade von den Grössen urtheilen lernen.) Er konnte sich keine Linien, ausser den Gränzen, die er sahe, vorstellen, und ob er schon erkannte, daß das Zimmer, welches er bewohnte, ein Theil des Hauses sei, so konnte er doch nicht begreifen, daß das ganze Haus grösser aussähe, als sein Zimmer.

Ehe ihm der Staar gestochen wurde, glaubte er nicht, daß das Sehen ihm einiges Vergnügen machen würde, außer, daß er lesen und schreiben lernen könnte. Er konnte vorher im Garten spatzieren, und glaubte nicht, daß ein Spatziergang durchs Sehen angenehmer werden könnte. Man siehet hieraus, daß uns eine Sache nicht reizet, von der wir gar keine Begriffe haben. Er hatte bei seiner Blindheit sehr gut ohne Anstoß im Hause herumgehen können, und er behielt noch lange Zeit nachher den Vortheil, des Nachts ohne Licht im Hause herum zu finden. Ein Jahr nachher, da er sein Gesicht erlanget hatte, brachte man ihn an ei-

nen Ort, da eine weite Aussicht war, dieses ersetzte ihn ungemein, er nennte es eine neue Art des Sehens. Seine Dankbarkeit gegen den, der ihm den Staar gestochen, war sehr groß, wenn er ihn sahe, so weinte er für Freuden, und wenn er ihn erwartete und er etwa zu lange ausblieb, so war er darüber äusserst mißvergnügt.

Als man ihm den Staar an dem andern Auge auch stach, und er mit beiden Augen zugleich sahe, schienen ihm die Gegenstände im Anfange noch einmal so groß, als wenn er sie mit einem Auge betrachtete, aber doppelt erschienen sie ihm nie. Herr Geselden setzet noch hinzu, daß er verschiedene andere zum Gesicht verholfen habe, die eben die Empfindungen gehabt, die dieser junge Mensch geäussert hatte. Diese Geschichte bestätiget den Gedanken vollkommen, daß wir nach gerade durchs Gesicht Begriffe bekommen, so wie wir es nach gerade lernen, durch Vernehmung eines Schalls oder Worts uns Vorstellungen zu machen.

Ich werde meine Absicht erreicht haben, die mich zur Abfassung dieser Betrachtung anreizte, wenn dadurch in den Herzen meiner Leser die starken Empfindungen der tiefsten Ehrerbietung gegen die Weisheit, Macht und Güte Gottes erreget oder vermehret werden, wenn sie aus dem erhabenen Gedanken an seine Macht und Güte neue Bewegungsgründe hernehmen, ihm zu gehorchen, und

seinen Willen zu erfüllen, das ist, die Tugend zu beobachten. Wie richtig ist nicht der Schluß, von diesen Vollkommenheiten, welche in diesem Theil des menschlichen Körpers, so wie in allen Werken Gottes sich befinden, auf die unendlichen und unermeßlichen Vollkommenheiten Gottes, wovon uns nicht einmal der tausendste Theil bekannt ist, weil wir sie nicht hätten begreifen können. Indessen muß man doch lebendig überzeugt werden, daß derjenige, der das Auge gemacht hat, alles sehen, und der das Ohr gemacht hat, alles hören werde. Und wie groß und lebendig werden nicht unsre Empfindungen über die vorzüglichen Eigenschaften und Vollkommenheiten Gottes sein, gegen welche auch alle Vorzüge des erhabensten Engels zu Nichts werden und verschwinden, wenn wir erst in der Ewigkeit zu der Classe höherer Geister werden erhoben werden.

Das vierte Kapitel.

Vom künstlichen Auge.

Man hat sich bemühet, das menschliche Auge durch ein Werk der Kunst nach zu machen. Da es fast eine Kugel ausmacht, und die Häute desselbigen über einander liegen: so hat man durch die Drehekunst dieses versucht. Man hat dünne halbe hohle Kugeln gedrehet, die in der Mitte durch

einen Schluß an einander passen, man hat Materien dazu ausgesucht, welche mit den verschiedenen Häuten des Auges eine Aehnlichkeit haben, und daraus ein Werk verfertiget, welches dem menschlichen Auge ziemlich gleichet. Verle, ein Italiäner scheinet einer der ersten zu sein, welcher ein solches künstliches Auge verfertiget hat, er hat darüber ein Buch geschrieben, welches er die Anatomie des künstlichen Auges nennet, und bei welchem er sein künstliches Auge in Holzschnitten hat abdrucken lassen. Er lebte am Ende des vorigen Jahrhunderts. In Deutschland hat vorzüglich Teuber an dem künstlichen Auge gearbeitet, und es zu einer ziemlichen Vollkommenheit gebracht, dem nachher andere nachgefolget sind. Indessen bekommt man diese künstlichen Augen sehr selten gut, sie sind mehrentheils so grob gearbeitet, daß sie nur einen sehr unvollkommenen Begriff vom Auge geben können. Es ist nicht zu leugnen, das auch das feinste künstliche Auge lange den Begriff vom Auge nicht ertheilet, den man bekommt, wenn man ein natürliches Auge durch die Hand eines geschickten Arztes zergliedern siehet, und von ihm bei jedem Theile desselben die Erklärung höret. Es ist ohnmöglich, die Häute so fein nach zu machen, wie sie die Natur gebildet hat, die Nerven und Fäserchen gehörig auszudrücken, die Glandeln, Muskeln, Adern und Röhren anzubringen. Alles dieses fället bei einem künstlichen Auge völlig weg, und was man davon auch anbringet, ist nur eine geringe

Nach-

Nachahmung der Natur. Allein diese künstlichen Augen haben doch ihren grossen Nutzen. So unvollkommen sie auch sind, so kann doch einer, der noch nie ein Auge gesehen hat, dadurch ganz gute Begriffe von diesem grossen Meisterstücke des Schöpfers erhalten, wenn er bei der Betrachtung eines jeden Theils desselben eine gute Erklärung höret oder lieset, und wer schon ein natürliches Auge zergliedert gesehen hat, kann sich desselben bei der Betrachtung des künstlichen Auges sehr gut wieder erinnern. Der erste würde durch das blosse Lesen nicht die deutlichen Begriffe vom Auge erhalten, welche er bekömmt, wenn er das künstliche Auge dabei betrachtet, und der andere würde an vieles sich vielleicht nicht mehr erinnern, welches ihm jetzt einfällt. Selbst in Beschreibung vieler Augen-Krankheiten kann auch das künstliche Auge von Lehrern der Arzneikunst gut genutzet werden, die ihren Schülern den Sitz mancher Krankheit daran zeigen können, wenn sie nicht eben ein natüliches Auge zergliedern, oder habhaft werden können. Ich habe ein künstliches Auge nach allen seinen Theilen, in seiner wahren Grösse hiebei in Kupfer stechen lassen, welches ziemlich gut gemacht ist. Vielleicht fällt diese kleine Schrift Leuten in die Hände, die, um von ihren Berufsgeschäften sich wieder zu erholen, und ihre Gesundheit zu erhalten, sich mit drechseln vergnügen. Denen zu Gefallen will ich zugleich die Beschreibung, wie ein solches künstliches Auge aufs bequemste verfertiget wird, beifügen.

Da das ganze künstliche Auge aus Kugeln besteht, die in einander passen, und was nicht Kugeln sind, doch Kugelschnitte sind: so muß man erstlich die Lehrbogen verfertigen, nach welchen diese Kugeln und Kugelschnitte gedrehet werden.

(Fig. 52.) Die 52ste Figur zeiget das ganze Auge im Durchschnitt in seiner wahren Grösse, nach welchem Durchschnitte alle Lehrbogen verfertiget werden können. Die äussersten Bogen zeigen die Augenlieder und die Decke des Auges an, der darauf folgende, die weisse Haut, welche punktiret ist, um sie von den andern Cirkeln unterscheiden zu können. Die darauf folgende ist die harte Haut, welche wieder weiß gelassen ist, oben an der harten Haut bei X wird die Hornhaut angezeiget, die darauf folgende ist die schwarze Aderhaut, die oben platt ist, und ein Loch hat, auf welcher die Farbenhaut sich befindet. Darauf folget das dünne Netzhäutchen, welches mit den processus ciliares abermal einen Cirkel ausmachet, alsdann die gläserne Feuchtigkeit, worinnen die krystallene lieget. Unten bei G ist der Sehenerven mit seinen drei Häuten. Der ganze Durchmesser des Auges von A bis B ist ein knapper reinländischer Zoll.

Damit man sich hieraus noch besser finden möge, zeigen die folgende Figuren jeden Theil im Durchschnitt in seiner wahren Grösse, wo

C das Centrum anzeiget, aus welchem der Cirkelschnitt gezogen ist. (Fig. ~~50 bis 59.~~ [53 bis 61]) Ueberhaupt muß man hiebei anmerken, daß, ohngeachtet die Häute in einander passen, doch die obere Fläche einer Haut allezeit etwas kleiner sein muß, als die inwendige Fläche der Haut, darin sie passet, damit der Spielraum bleibe, und die Häute in einander gelegt werden können. Die Netzhaut ist beim Obertheil offen gelassen, weil sie nur so weit gehen darf, als die gläserne Feutigkeit gehet, welches ohngefehr drei Viertheil einer Kugel ist. Die harte Haut hat oben auch eine Oeffnung, worin die Hornhaut eingepasset wird, und die weisse Haut muß eine Oeffnung haben, weil die Hornhaut, als ein klein Kugel-Segment, hervortritt. Die Augenlieder sind hier völlig zu gezeichnet, weil sie, wenn die halbe Kugel gedrehet ist, erst durchs Feilen und Schnitzen ihr Geschick bekommen müssen. Aus der Ursach muß auch die Kugel so dick, ja wol noch etwas dicker gedrehet werden, damit man daran feilen und Augenlieder daraus ausarbeiten könne. Die Lehrbogen werden von dünnen Meßing oder starken Chartenblättern gemacht, die hiezu steif genug sind. Die krystallene Feuchtigkeit wird zuerst gemacht, sie wird in kleinen Schalen geschliffen, welches sich vor der Drehebank recht gut bewerkstelligen lässet, wenn man nach den gemachten Lehrbogen eine Vertiefung in ein Stück Meßing gedrehet

hat.

hat. Es wird mit geschlemten Sande oder Schmergel geschliffen, wie dieses allen Glasschleifern bekannt ist, von denen man sie allenfalls auch kann verfertigen lassen. Man siehet leicht, wie unvollkommen sie gegen die natürliche krystallene Feuchtigkeit ist, die noch eine Capsel hat, welche sie bedecket, und überhaupt aus kleinen Schuppen bestehet, und Gefässe hat, welches sich hier nicht nachahmen lässet. Und so geht es bei allen Theilen des künstlichen Auges, wie man aus der anatomischen Beschreibung des Auges leicht einsehen wird.

Man schleifet die gläserne Feuchtigkeit gleichfalls aus Glas, wenn man es auf den Glashütten kann gegossen bekommen, (doch muß sie etwas grösser sein, als sie bleiben soll, damit sie recht rund geschliffen werden könne) so hat man die halbe Mühe. Allein wenn man hiezu keine Gelegenheit hat; so lässet sich sehr gut aus einem Stück von dem Stiele eines Weinglases verfertigen, welches man erst auf einem gemeinem Schleifsteine ziemlich zu der Figur schleifet, die es haben soll, hernach in einer bleiernen Schale, die ein wenig grösser ist, als die Kugel werden soll, noch mehr rund machet, und endlich in der Schale, die nach dem gehörigen Kugelschnitte gemacht ist, vollendet. Man muß sie sehr oft umdrehen, wenn man sie schleifet, und thut man daher sehr gut, wenn man sie

in

in ein Klemmfutter fasset, weil man sie alsdenn leichtlich herumwenden kann. Das Loch in dieser Dreiviertheil-Kugel wird zuletzt hineingeschliffen, nach dem Lehrbogen des untern Theils der Linse, wozu man einen fingerdicken meßingen Drath gebrauchen kann, den man in ein Futter vor die Drehebank schlägt, und nach dem Lehrbogen oben die Rundung drehet, mit welcher man nachher das Loch in die gläserne Feuchtigkeit schleifet. Man muß sich aber hiebei sehr in Acht nehmen, daß man dieselbe dabei nicht zerbricht; wenn man zu vest damit andrücket, geschiehet es sehr leicht.

Alsdenn wird das Netzhäutchen verfertiget. Es ist vom Elfenbein, und muß ungemein dünne gedrehet werden. Man drehet erstlich nach dem Lehrbogen das Inwendige, passet die gläserne Feuchtigkeit hinein, und polieret es, man drehet auch den Ansatz daran, wo der Schluß sein soll, alsdenn drehet man es schon ziemlich dünne, sticht es ab und schiebt es auf einen gedreheten Ansatz, auf welchem man es vollends fertig drehet, und nachher mit Carmin ganz dünne saubere Aederchen daran mahlet. Die processus ciliares werden gleichfalls aus Elfenbein gedrehet. Man drehet sie auswärts und inwendig fertig, bis an die Grösse des Lochs, das hinein kömmt. Man hält alsdann einen Bleistift an die auswärtige Seite, und bemerket,

wie

wie weit die Fäserchen sollen eingeschnitten werden. Man lässt es noch immer an dem Stück Elfenbein, woraus diese Haut gedrehet ist, vest sitzen, und schneidet erst die 70 Fäserchen hin. Man bedienet sich hiezu einer sehr dünnen Uhrfeder, die in eine Laubsäge gespannet wird, an welcher aber keine Zähne sind, sondern auf welcher man mit einem Messer hin und her nicht gar zu veste hauet, wodurch man sie etwas wenig schartig machet. Solche Säge schneidet sehr fein und sehr gut, und klemmet sich nicht. Wenn die Fäserchen alle hineingeschnitten sind, drehet man das Loch in die processus ciliares, wodurch man sie losmachet. Ich sage nichts von der Grösse dieser Oeffnung, weil ich ihrer schon in dem ersten Capitel erwähnet habe. Man färbet diese processus ciliares oben schwarz, und an den Spitzen lässet man sie weiß, welches mit einem feinem Pinsel und ein wenig Dinte geschehen kann. Man drehet die Aderhaut aus schwarzen Horn, und das oberste des Obertheils inwendig und auswendig etwas platt. Die Farbenhaut wird aus Elfenbein sehr dünne gedrehet. Man drehet sie ouch gleich auswendig und inwendig, so, daß sie abfällt, wenn man das Loch nach der im ersten Capitel beschriebenen Grösse darin machet. Man mahlet nachher auf das oberste Theil den bunten Augapfel und den Untertheil schwarz, und überziehet beides mit einem guten dnrchsichtigen Firniß, aber ganz dünne.

Die

Die harte Haut wird von weissem Horn verfertiget, und oben ein Falz eingedrehet, worin nachher die Hornhaut einpassen muß. Diese Hornhaut kann von weissem durchsichtigen Horn gedrehet werden, aber man thut besser, wenn man sie aus Glas schleifet. Man kann sich dieses ganz bequem machen, wenn man in einen Sandstein einen Kugelschnitt nach dem Lehrbogen drehet, welchen die erhabene Fläche der Hornhaut haben soll. Man drehet gleichfalls einen Stempel von Sandstein oder nur Kreide, welcher aber nach einem etwas kleinern Lehrbogen muß gedrehet werden, als der ist, welcher die äussere Fläche ausmacht, weil man auf die Dicke des Glases rechnen muß. Nun nimmt man dünnes französisches Glas, das völlig rein ist, machet es umher rund, welches man mit einem Schlüssel, in dessen Blatt eine Kerbe ist, bewerkstelligen kann, da man immer etwas weniges vom Glase abbricht, und leget ein Stück davon auf den hohlausgedreheten Sandstein, welchen man auf ein grosses Feuerbecken in glühende Minerkohlen setzet; man leget den gedreheten Stempel auch ins Feuer, daß er glühend wird; wenn nun das Glas weich wird, wozu keine halbe Stunde Zeit erfodert wird, so drucket man mit dem glühenden Stempel es in die Form, nimmt es mit einer kleinen warmen Zange heraus, und läßt es in heisser Asche nach gerade erkalten. Dieses muß

man nachher unten abschleifen, bis es die gehörige Grösse hat, was unten seine Breite anbetrifft, und nachher inwendig und auswendig in meßingenen Schüsseln rein schleifen. Man hat die halbe Arbeit, weil man schon die Figur des Glases hat, und es wird auf solche Art sehr schön. An der harten Haut werden oben die 6 Muskeln bevestiget, und etwa in kleine gebohrte Löcher geleimet. Für die wäßrichte Feuchtigkeit bleibt der leere Platz zwischen der Farbenhaut und der Hornhaut. Man würde sie mit Glase schlecht nachahmen, und man kann sie sich lieber nur gedenken. Die weisse Haut wird von Elfenbein gemacht, und muß sehr sauber und dünne gedrehet werden. Man drehet sie auf eben die Art, wie das Netzhäutchen, und zuletzt oben die runde Oefnung hinein, welche nicht völlig so groß sein muß, daß sie die Hornhaut ganz durchläßet, sondern daß die Hornhaut am Rande ohngefehr $\frac{1}{2}$ Linie breit von ihr bedecket wird. Man bemahlet alsdenn diese weisse Haut noch mit feinen Aederchen, wie man an der natürlichen siehet.

Die Augenlieder werden gleichfalls von Elfenbein gemacht, die länglichte Oefnung hineingeschnitten, und die Augenlieder, so viel möglich, den natürlichen ähnlich gemacht. Vorne an der Oefnung derselben oben nnd unten wer-

den

den mit einer feinen etwas breitgeschliffenen Nehenadel kleine Löcherchen gebohret, in welchen die Augenwimmern geleimt werden. Man kann zu diesen Augenwimmern die Haare aus Pinseln nehmen, die man zum Miniatur-Mahlen gebraucht. Wenn sie eingeleimet sind und der Leim trocken ist, nimmt man eine dünne eiserne Stange, z. E. einen etwas starken Drath, machet den warm, und bieget die Haare etwas darüber, damit sie die kleine Krümme bekommen, welche die natürlichen Augenwimmern haben. Wenn alles fertig ist, wird der Sehenerven unten schief eingesetzt. Man macht ihn erst völlig fertig, nemlich das, was das Mark vorstellen soll, welches in dem Netzhäutchen bevestiget wird, dazu man die kleine Haut oder Scheide machet, welche in der Aderhaut bevestiget wird, und welche beide von Elfenbein gemacht werden. Um diese kommt die dritte, welche von weissen Horn gemacht wird, und in die harte Haut bevestiget wird. Alle drei Stücke zusammen müssen ohngefehr die Dicke eines kleinen Gänsekiels haben, und wohl in einander passen, an jedem wird auch ein feiner Ansatz unten gedrehet. Nun bohret man mit einem feinen Bohr an dem Ort, wo der Sehenerven eingehen muß, ein schiefes Loch bis ganz an die krystallene Feuchtigkeit, man siehet dadurch, wo des Sehenerven Häute an jedem Orte müssen eingepasset werden, alsdenn nimmt man das Auge aus

einander, erweitert die kleinen Löcher, und passet den Sehenerven ins Netzhäutchen ein, und seine Häute in die Aderhaut und harte Haut. Das Loch in dem Untertheil der weissen Haut, und in dem Augenknochen wird so viel erweitert, daß die letzte Haut des Sehenerven, die an der harten Haut bevestiget ist, willig durchgehet. Aus dem Augenknochen lässet man ihn ohngefehr 6 Linien lang herausragen. Endlich wird ein klein Büchschen verfertiget, in welches man das Auge verwahret und etwa anschraubet. Ich habe geglaubet, daß da alle Häute und Feuchtigkeiten des Auges aus Kugeln oder Kugelschnitten bestehen, es nicht nöthig sei, selbige in Prospeckt abstechen zu lassen, und daß ein Kunstverständiger sie leicht aus dem Profil erkennen werde. Will man aber auch die Zeichnung im Prospeckt davon sehen; so kann man Taubers Anweisung zur Drehekunst nachschlagen, der alle Theile im Prospeckt gezeichnet und beschrieben hat; aber da er ein Handwerksmann war, nicht für gut befunden hat, es zu lehren, wie man sie am leichtesten verfertigen kann.

Druckfehler.

Der Verfasser dieses Buchs hat die Correctur desselben, wegen der Entfernung seines Wohn-Orts, von Hamburg, wo es gedruckt ist, nicht selbst übernehmen können; der geneigte Leser wird ihn daher wegen der darin vorkommenden Druckfehler entschuldigen. Die vornehmsten davon sind im folgenden Verzeichnisse angezeiget:

Seite 9, Linie 15, anstatt fehleten, würde uns, lies fehleten, würde nach der jetzigen Einrichtung unser Augen uns
; 9 ; 18 anst. Aullus Gallius lies Aulus Gellius
; 10 ; 11 anst. lacrymatis lies lacrymalis
; 14 ; 27 anst. Blut, Adern lies Blutadern
; 23 ; 20 anst. und sie auseinander lies und wenn sie auseinander
; 26 ; 24 anst. objectis lies objectio
; 32 ; 1 anst. harten lies zarten
; 32 ; 26 a. convulsiones lies Convulsionen
; 41 ; 14 anst. ihr lies ihn
; 46 ; 1 anst. Schwinger lies Schwingen
; 55 letzte anst. Verrichtung lies vor Richtung
; 62 ; 20 a. Saamenstrahlen l. Sonnenstrahlen
; 65 ; 21 anst. ist, H, und lies ist, und
; 71 ; 5 anst. EH, DI, CK, EL, FM lies EH, DI, EL, FM
; 71 ; 6 anst. alle parallell lies alle mit der Axe parallel
; 73 ; 16 anst. platter lies glatter
; 75 ; 20 anst. bey der Wachskerze lies beyder Wachskerzen
; 81 ; 7 anstatt Fig. 16 lies Fig. 16 α
; 82 letzte anst. Fig. 18 lies Fig. 16 α
; 83 ; 5 anstatt F lies T

Seite 83 letzte anst. zertheilen sie lies zertheilen sich
: 96 : 24 anst. fahren auch alle. Lies fahren auch von allen Orten des Objeckts
: 104 : 25 anst. Jucius lies Jurius
: 114 : 15 anst. Jacius lies Jurius
: 117 : 30 anst. einen Thurm lies einen fernen Thurm
: 119 : 24 anst. entwerffen lies antreffen
: 122 : 5 anstatt O lies o
— 6 anst. dieser Stellung lies der ersten Stellung
— 7 anstatt O lies o
: 153 : 26 anst. breite lies Grund
: 127 : 1 anst. draus einfahrende lies aus einander fahrende
: 133 : 8 anst. Gelilæi lies Galilæi
: 147 : 30 anst. den es lies den das Objeckt
: 151 : 6 anstatt I lies 1
— 13 anstatt Z lies 2
: 154 : 13 anst. vom Objeckt lies von einem Punkte des Objeckts.
: 156 : 1 anst. Maas lies Glas
— : 21 anstatt 18 lies 8
: 157 : 27 anstatt dessen lies diesen
— 21 anstatt über lies aber
: 169 : 20 anstatt Mo lies mo
: 170 : 12 anst. gefahren wären, scheinen lies gefahren wären.
: 174 : 3 anstatt den verlangten Perpendikel lies den Perpendikel
— : 4 anst. auf den Spiegel lies auf und hinter den Spiegel
: 196 : 24 anst. Geselden lies Cheselden
: 202 : 30 anst. anzubrinden lies anzubringen
: 205 : 2 a. Fig. 50 bis 59 l. Fig. 53 bis 62.

Erklärung

der ersten

Kupfer-Tafel

Erste Figur.

Die Häute des Auges in einem durchgeschnittenen Auge und die innere Gestalt der Chorioidæa oder Aderhaut.

a der von einander geschnittene Sehnerve S. 33.
b die äussere Scheide des Sehnervens
c seine innere Scheide
e die Central-Arterie
f ein Theil des Siebes, wodurch der Sehnerve gehet, ehe er sich in die Netzhaut ausbreitet S. 33.
g der hinterste dickere Theil der harten Haut, da sie mit der äussersten Scheide des Sehnervens zusammen hänget S. 16.
k eine Menge Arterien, die sich am inwendigen der Aderhaut befinden S 22.
m die weissen Enden der proceſſ. ciliar. S. 29.
n die Farbenhaut
o die Verbindung der harten Haut und Hornhaut S. 17

Zweite Figur.

Ein Auge, da die Häute zurück geschlagen sind, damit man die Lage der Feuchtigkeiten bemerken könne.

a der Sehnerven
b die zurück geschlagenen Häute des Auges
c die gläserne Feuchtigkeit
d die crystallene Linse
e das Netzhäutchen
h die weissen Strahlen der proceſſ. ciliar.
k die Pupille

Dritte Figur.

Die Muskeln des Auges S. 20.

a die Augen-Kugel
b der Sehenerve innerhalb des Augenknochens
c der Sehenerve ausserhalb des Augenknochens
e die Muskel, welche das Augenlied aufhebet, nahe beym Ursprunge abgeschnitten
f der obere schiefe Muskel, der durch die Rolle gehet
n die Rolle, wodurch er gehet
g der aufhebende Muskel
h die Stelle, wo er sich ans Auge heftet
i der hinzuziehende Muskel
k die Stelle, wo beyde eben genannte Muskeln bey ihrem Ursprunge verbunden sind
l der herunter ziehende Muskel
m der abziehende Muskel.

Vierte Figur.

Der hinterste Theil der Linse, wie sie mit Arterien umwebet ist, in ihrer natürlichen Grösse.

Fünfte Figur.

Dieselbe durchs Microscop betrachtet.

Der Buchbinder wird erinnert, die Kupfertafeln nach ihrer Ordnung hinten anzubinden, so daß, wenn sie herausgeschlagen sind, man die Figuren beym Lesen bequem betrachten könne.

Tab. I.

Fig. 1.

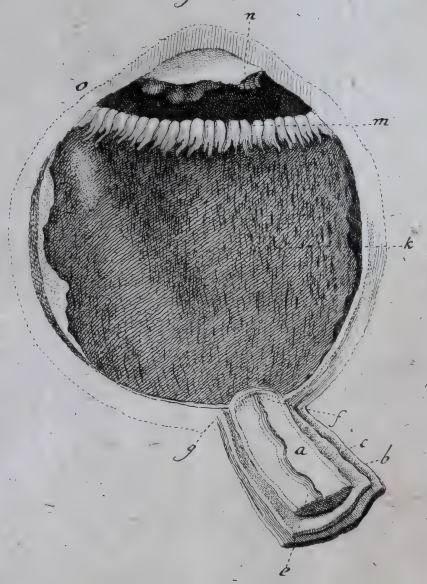


Fig. 2.

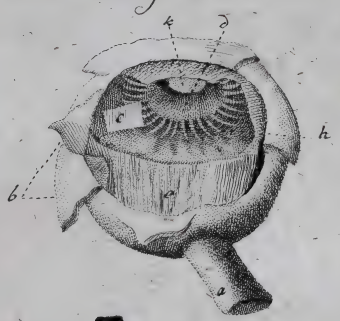


Fig. 3

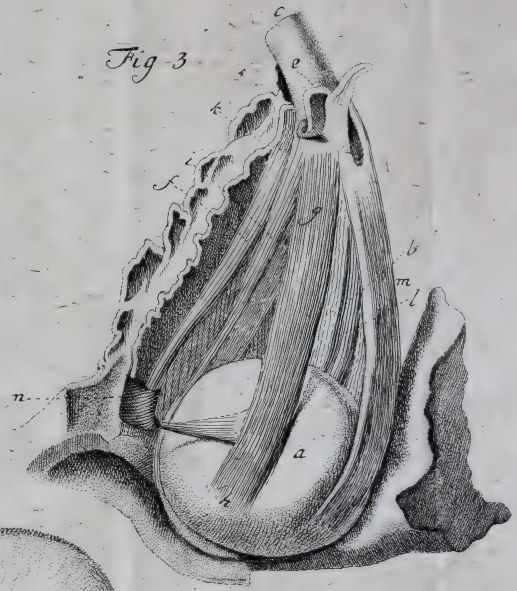


Fig. 4.

Fig. 5.

Tab. II

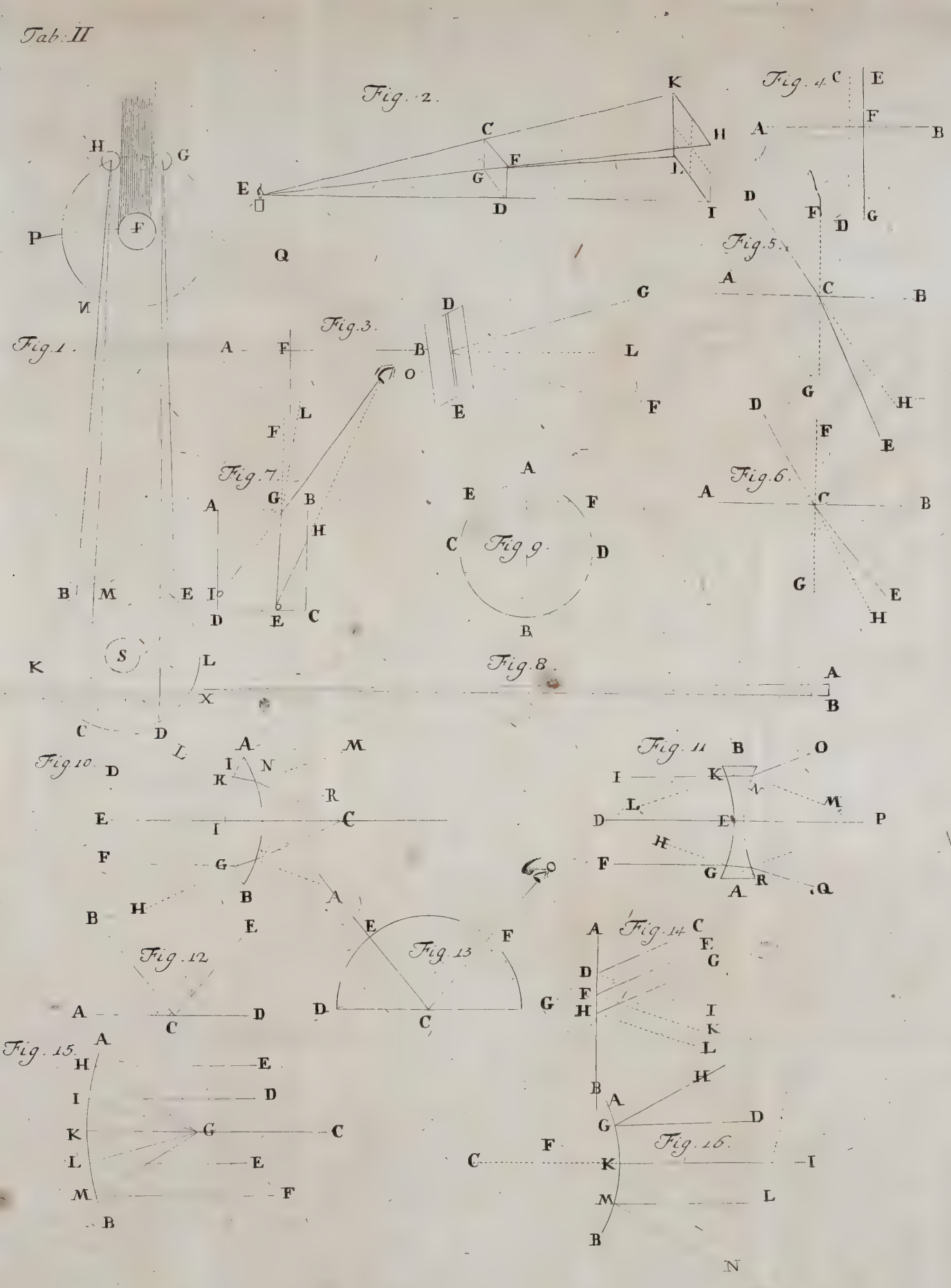


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14
Fig. 15.
Fig. 16.

Fig. 16. α

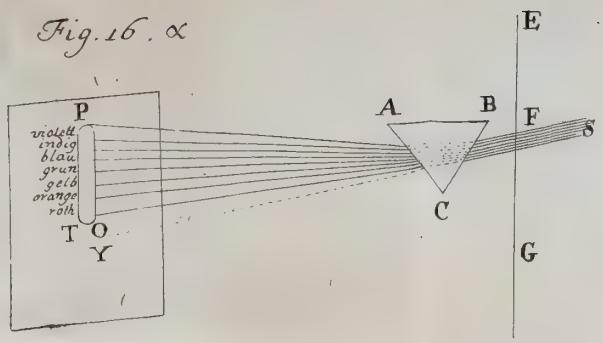


Fig. 17.

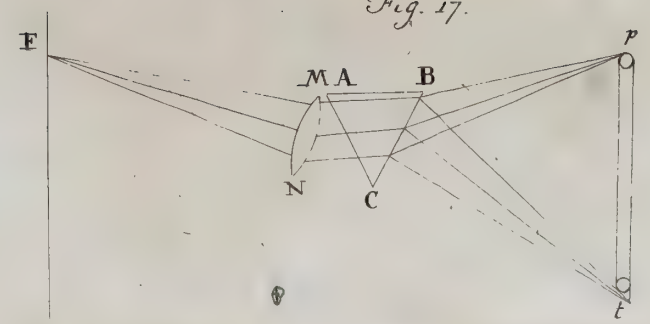
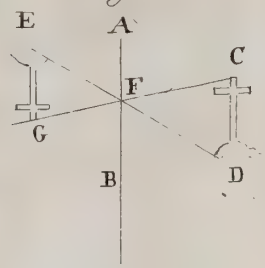


Fig. 18.



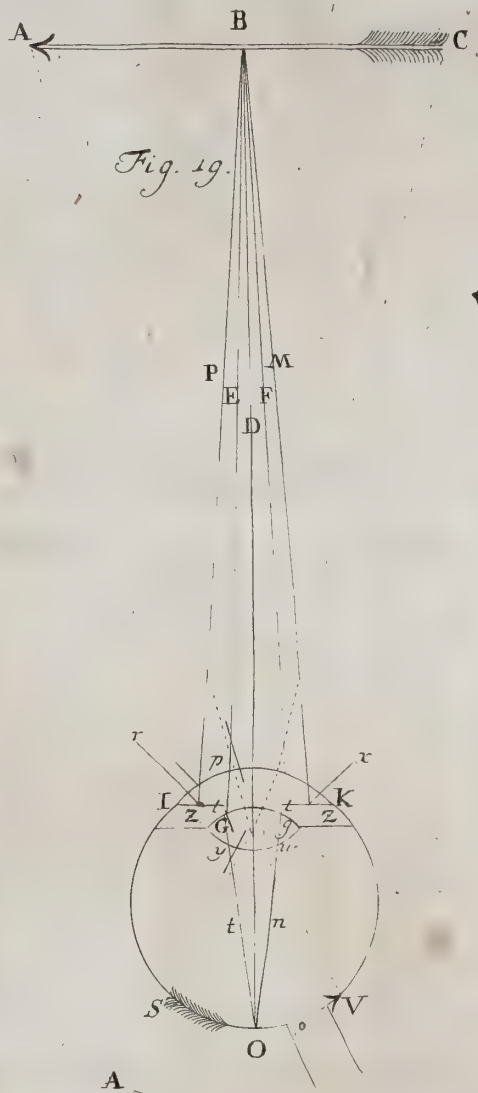


Fig. 19.

Fig. 20.

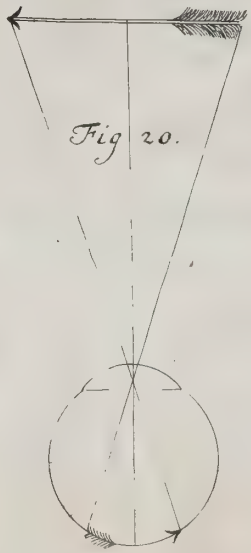


Fig. 21. α

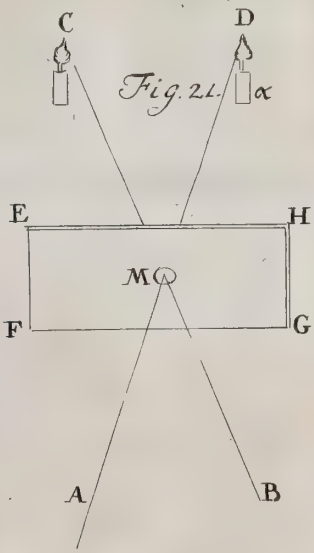


Fig. 21. β

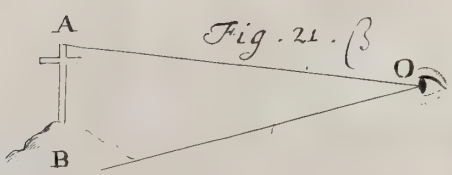


Fig. 22.

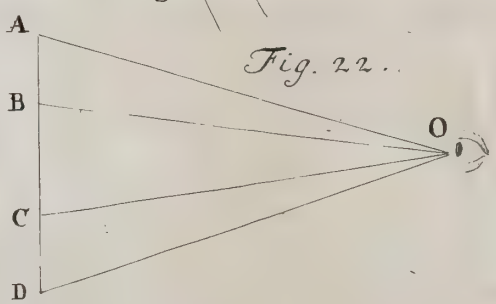
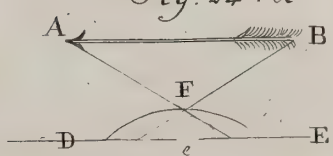
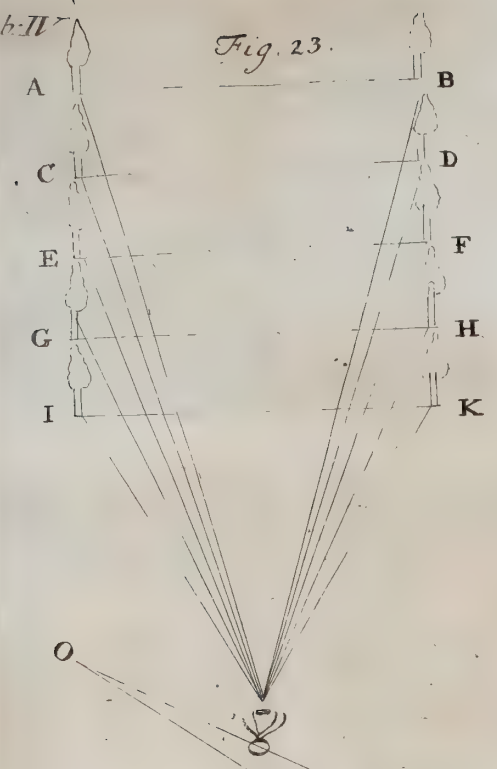


Fig. 24. α



Tab. II.

Fig. 23.



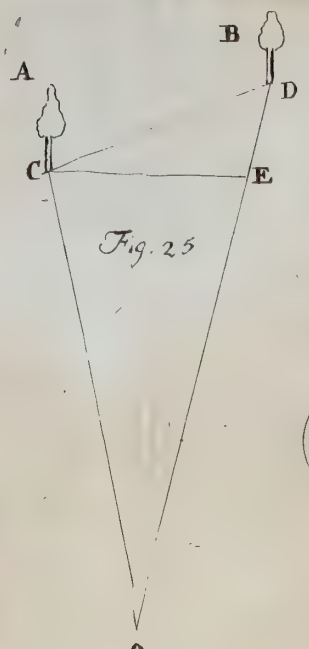


Fig. 25

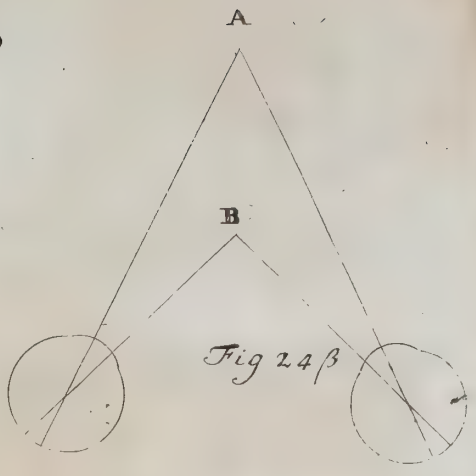


Fig 24 β

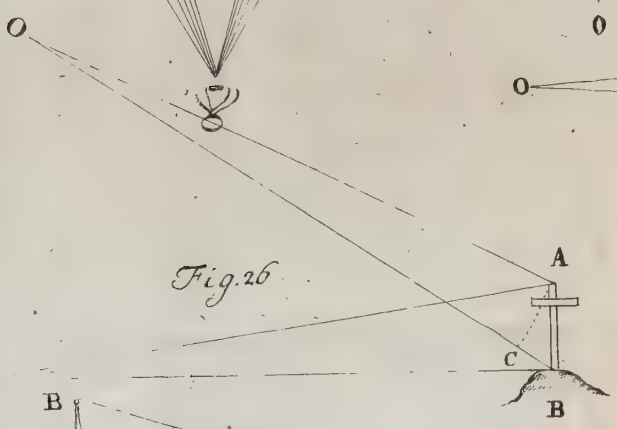


Fig. 26

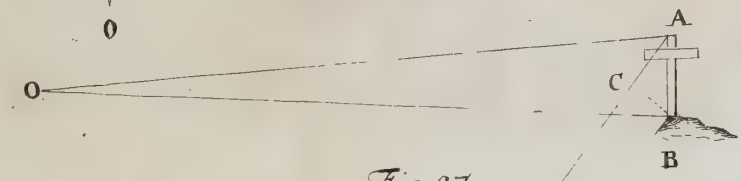


Fig. 27.

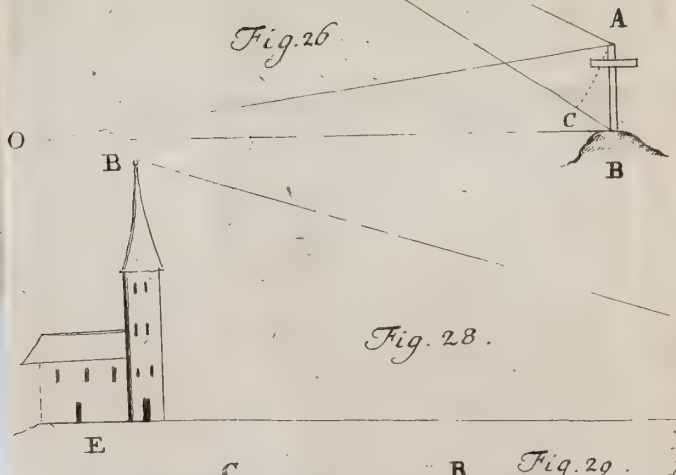


Fig. 28.

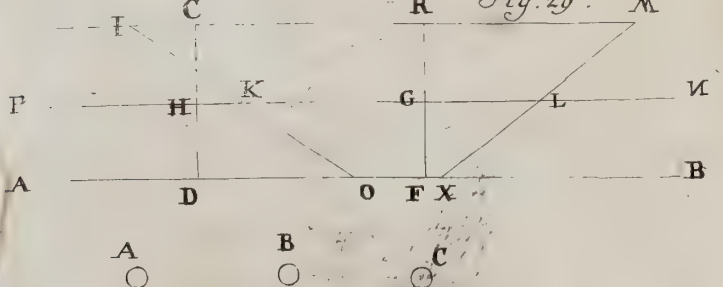


Fig. 29.

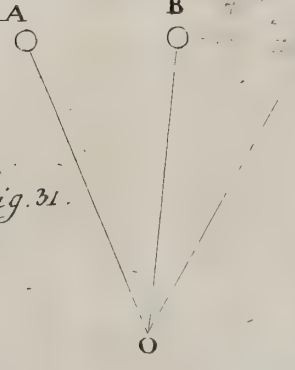
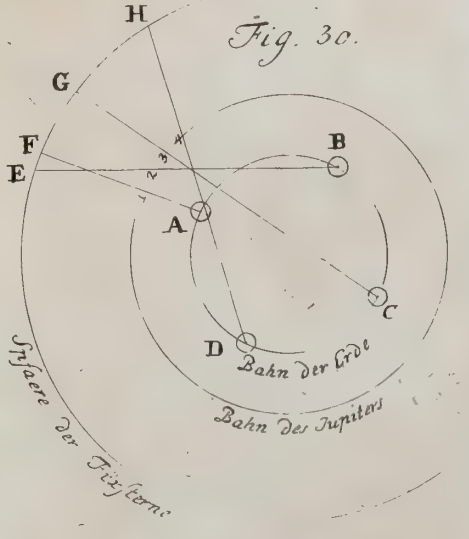


Fig. 31.

Fig. 30.



Tab. V

Fig. 32.

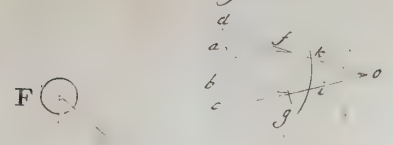


Fig. 32 B

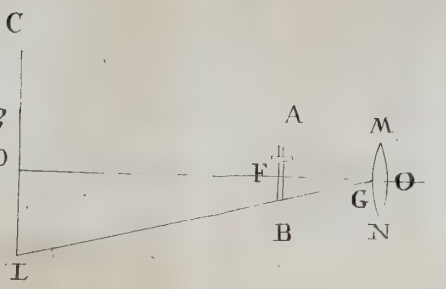
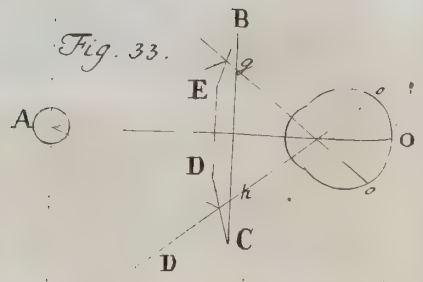


Fig. 33.



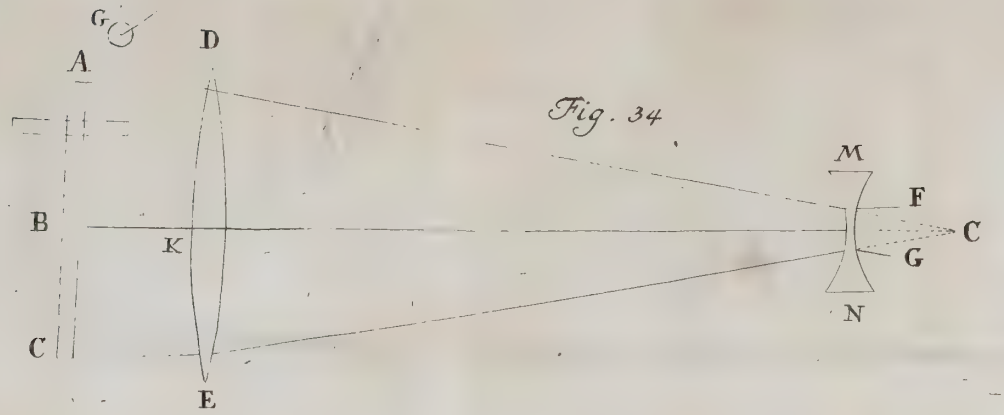


Fig. 35.

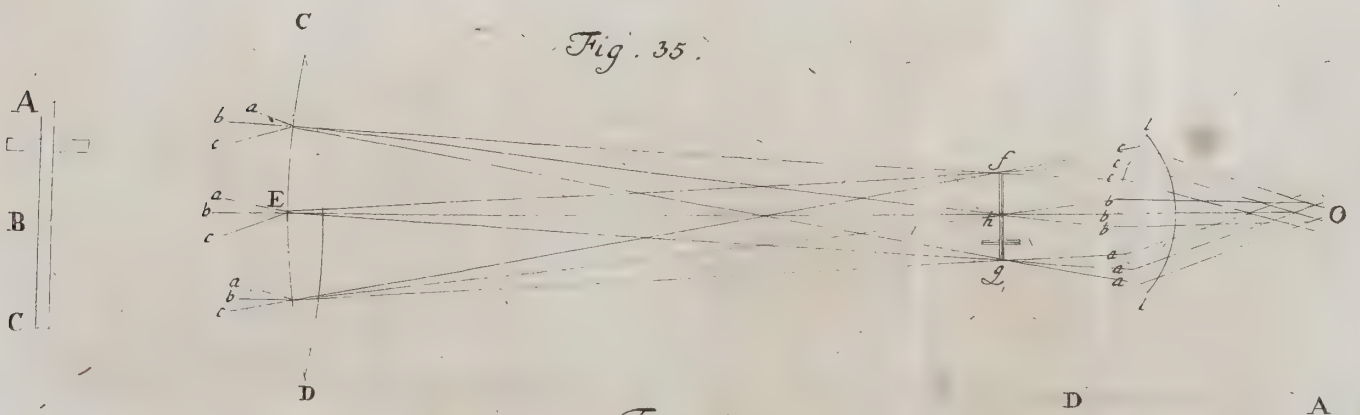


Fig. 36.

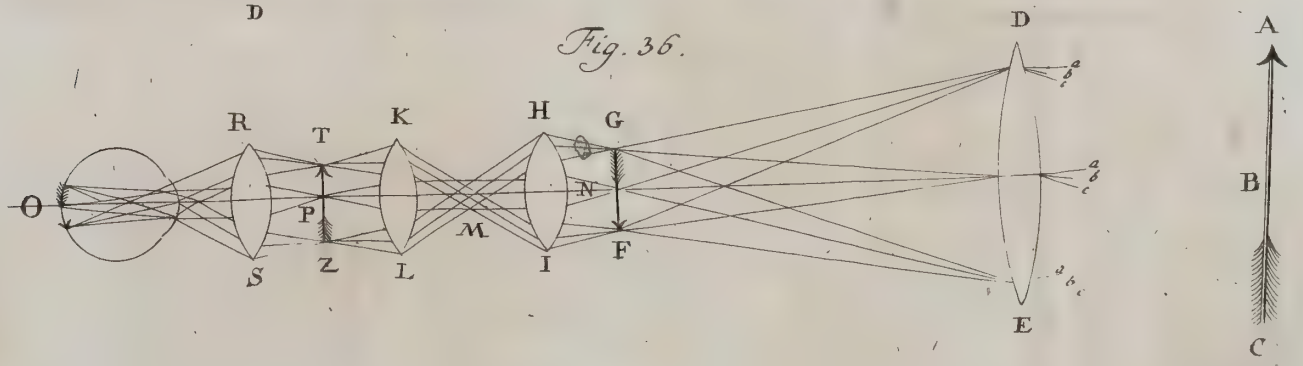


Fig. 37.

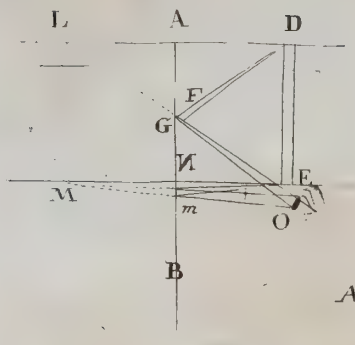


Fig. 38.

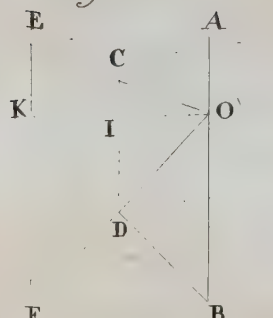
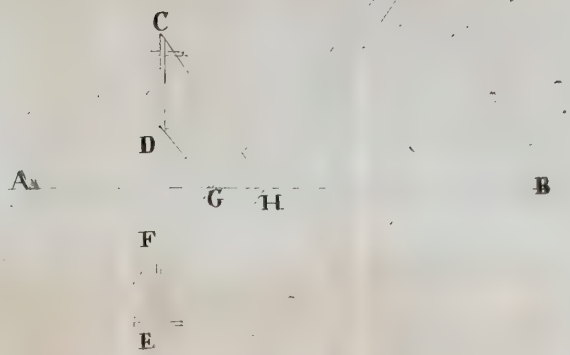


Fig. 39



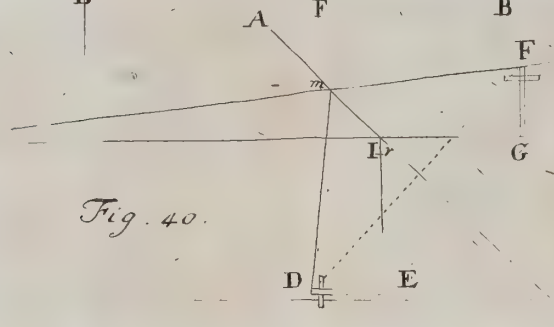


Fig. 40.

Fig. 42.

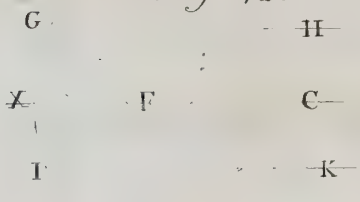
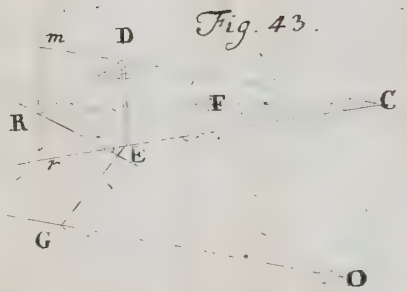


Fig. 43.



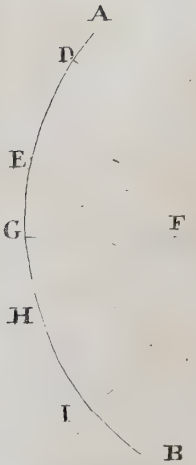
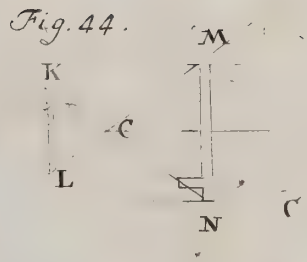


Fig. 44.



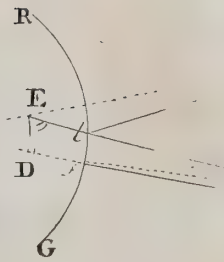


Fig 41.

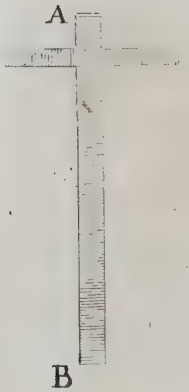
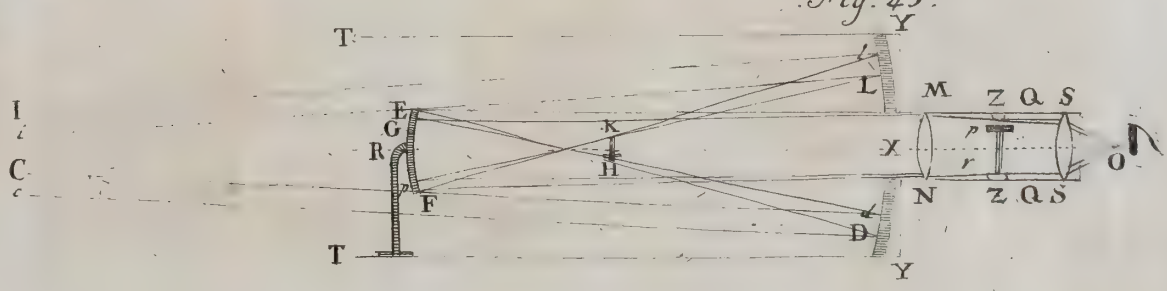


Fig. 45.



Tab. VII.

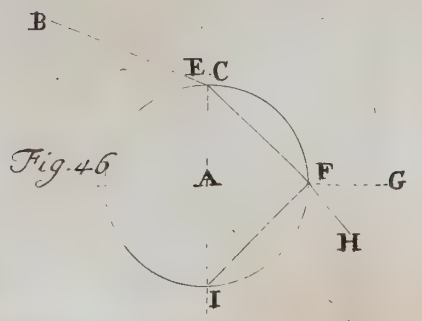


Fig. 46

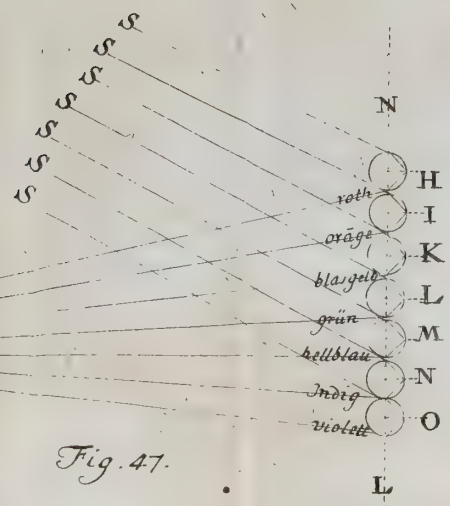


Fig. 47.

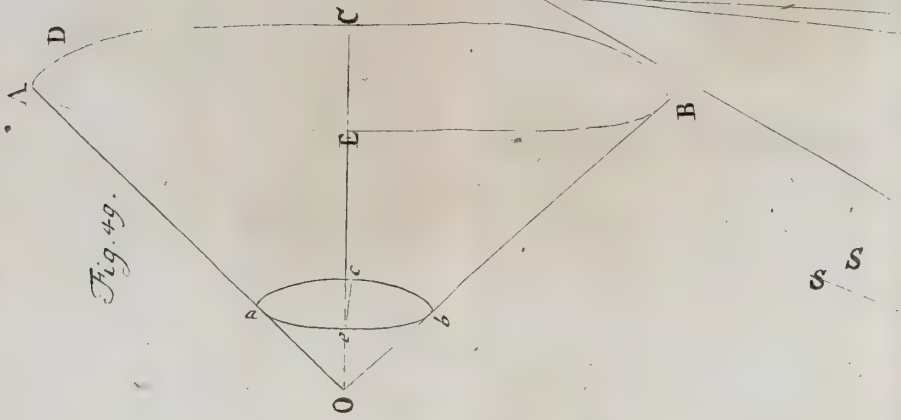


Fig. 49.

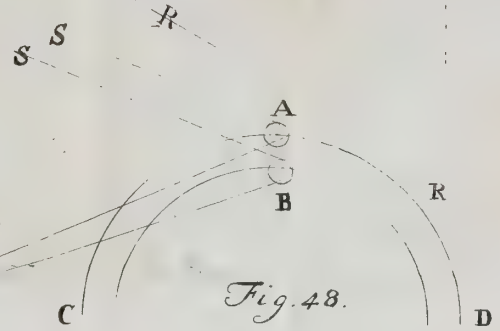


Fig. 48.

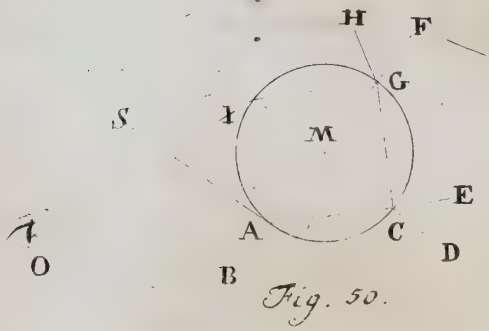


Fig. 50.

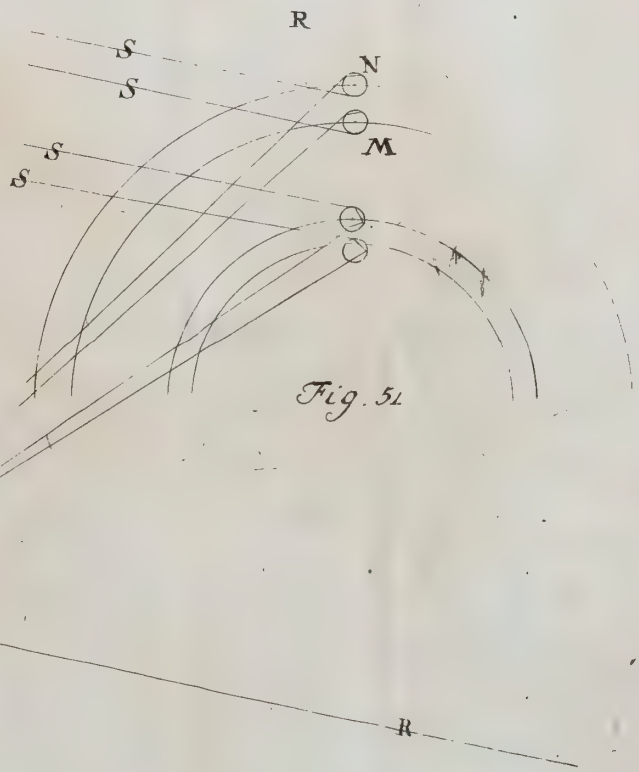


Fig. 51

Tab. VIII.

Fig. 52.

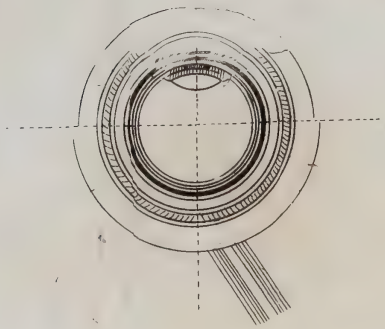
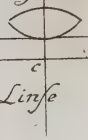
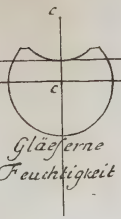


Fig. 53.



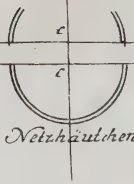
Linse

Fig. 54.



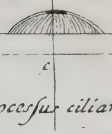
Gläeserne Feuchtigkeit

Fig. 55.



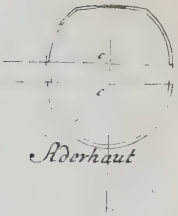
Netzhäutchen

Fig. 56.



Processus ciliares

Fig. 57.

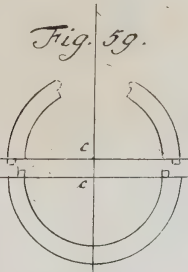


Aderhaut

Fig. 58.

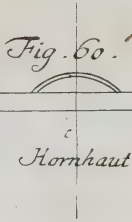
Farbenhaut

Fig. 59.



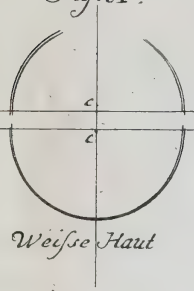
harte Haut

Fig. 60.



Hornhaut.

Fig. 61.



Weisse Haut

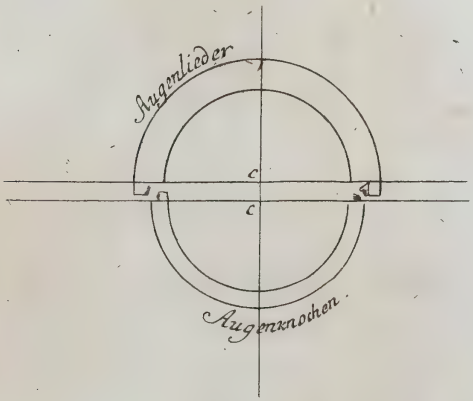



Fig. 62.